

**ANALISIS FAKTOR RISIKO KADAR DEBU ORGANIK DI UDARA
TERHADAP GANGGUAN FUNGSI PARU PADA
PEKERJA INDUSTRI PENGGILINGAN PADI
DI KABUPATEN DEMAK**



TESIS

Diajukan untuk dipertahankan
guna memenuhi sebagian dari persyaratan
mencapai derajat Magister Kesehatan

**Program Studi
Magister Ilmu Kesehatan Lingkungan**

Oleh

**F.S. NUGRAHENI S.
NIM E4B 001031**

**PROGRAM PASCA SARJANA
UNIVERSITAS DIPONEGORO
S E M A R A N G
2004**

PENGESAHAN TESIS

Yang bertanda tangan dibawah ini, menyatakan bahwa Tesis yang berjudul :

ANALISIS FAKTOR RISIKO KADAR DEBU ORGANIK DI UDARA
TERHADAP GANGGUAN FUNGSI PARU PADA PEKERJA INDUSTRI
PENGGILINGAN PADI DI KABUPATEN DEMAK

Dipersiapkan dan disusun oleh

F SRI NUGRAHAENI S

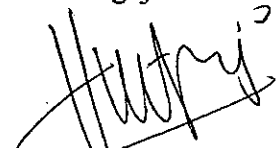
NIM E 4B001031

Telah dipertahankan didepan Dewan Penguji tanggal
dinyatakan telah memenuhi syarat untuk diterima.

Agustus 2004 dan

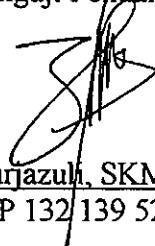
Oleh

Penguji Utama



Dra. Sulstiyani, M.Kes
NIP 132 062 253

Penguji Pendamping



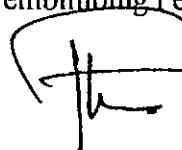
Nurjazuli, SKM, M.Kes
NIP 132 139 521

Pembimbing Utama



dr. Onny Setiani, Ph D
NIP 132 062 253

Pembimbing Pendamping



Ir. Tri Joko, MS
NIP 132 087 434

Mengetahui :
Ketua Program Studi Ilmu Kesehatan Lingkungan
Program Pascasarjana



dr. Onny Setiani, Ph D
NIP 132 062 253

UPT-PUSTAK-UNDIP	
No. Daft:	3598/1/MIK/le/
Tgl.	7/8/08

KATA PENGANTAR

Berkat Rahmat dan Penyertaan Yang Maha Esa dan dorongan keinginan yang kuat, sehingga penulis dapat menyusun Tesis dengan judul “Analisis Faktor Risiko Kadar Debu Organik Di Udara Terhadap Gangguan Fungsi Paru Pada Pekerja Industri Penggilingan Padi Di Kabupaten Demak”. Penelitian ini dilakukan untuk memenuhi persyaratan untuk mencapai derajat S2 pada Program Studi Magister Kesehatan Lingkungan, Program Pascasarjana Universitas Diponegoro Semarang.

Pada kesempatan yang baik ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar – besarnya kepada berbagai pihak yang telah membantu dalam proses pembuatan Tesis ini, antara lain :

1. Prof. DR. dr. Suharyo, SPD, Ketua Program Pascasarjana Universitas Diponegoro Semarang.
2. Dr. Onny Setiani, PhD, Ketua Program Studi Magister Ilmu Kesehatan Lingkungan dan sebagai pembimbing I, atas ketulusannya mencurahkan perhatiannya sehingga memacu penulis untuk segera menyelesaikan tesis ini.
3. Ir. Tri Joko, Msi, sebagai pembimbing II yang dengan penuh perhatian sejak awal selalu mengarahkan agar tetap konsisten untuk menulis topik sesuai dengan judul tesis.
4. Pimpinan Balai Hiperkes Semarang, yang membantu dalam pengumpulan data fungsi paru pekerja dan kadar debu di udara pada ruang kerja di Industri Penggilingan Padi di Kabupaten Demak

5. Segenap keluarga, suami dan anak – anakku tercinta yang selalu memberi semangat, memberi arti tersendiri bagi penulis.
6. Rekan – rekan sejawat, sanak saudara, handai taulan dan semua pihak yang telah membantu kelancaran pembuatan tesis ini, terima kasih atas segala bantuan dalam bentuk apapun.

Tesis ini masih jauh dari sempurna, bagaikan secercah bintang dilangit yang menyinari alam raya diantara berjuta – juta bintang lainnya, hampir tiada berarti sama sekali.

Semarang, Agustus 2004

Penulis

ABSTRACT

F.S. Nugrahaeni S.

Risk Factor Analysis of Organic Dust on air to Disturbance of lung's function on workers of rice mill industry at Demak.

xi + 93 pages + annexes

Industry will not only increase the prosperity of society, but also could bring on an effect of pollution, included rice mill industry at Demak Regency. The effect is air pollution, in which it would take along a disturbance on lung's function of, especially, workers of the industry.

The aim of this research is to find out risk factor of dust's amount on air at working area to lung's function of the workers inside, and also to measure the prevalence ratio of dust exposure's effect to the disturbance of lung's function on workers. Disturbance of lung's function, on this research, is limited on lung function parameter, which are FVC, FEV1 and FEV1/FVC ratio and all are classified as dichotomy.

This research is classified as survey analitic research with cross sectional approach. The population is workers on industry at Demak Regency. Research is carried on by measuring lung's function parameter using Spirometer. The samples are 45 peoples of 3 (three) rice mill industry. They are taken by Simple Random Sampling method of 85 existing workers.

The result shows that 34 of 45 respondents are working indoor with the amount of dust is bigger than Limiting Value. From the Statistical Test, we get that the incidence of disturbance of lung's function on workers is influenced by the amount of dust on air at working area (p value = 0,002), and also strengthened by working duration (p value = 0,000), smoking habit (p value = 0,001), and the existence of history of lung disease (p value = 0,001). The prevalence ratios of each independent variables to the incidence of disturbance of lung's function are : the amoung of organic dust on air ($PR = 3,018$, p value = 0.039), and also strengthened by the existence of history of lung disease ($PR = 3.535$, p value = 0.021), working duration ($PR = 4.130$, p value = 0.024). Meanwhile, the utilization of masker is proven not influencing in decreasing the incidence of disturbance of lung's function. It is caused by the utilization on observation is not the real one during the working duration of respondents.

Based on the results explained above, we need to implement some exact steps in order to decrease work diseases, which are caused by organic dust of the grain's grinding, in form of monitoring and controlling held by the industrialists and related institutions to the amount of dust, safety aid (masker) and the workers' healthy by doing a continue examination of lung's function

Literatures : 30 books
Year : 1982 – 2002
Keyword : Organic dust, *Forced Vital Capacity* (FVC), *Forced Expiratory Volume in 1 second* (FEV1), FEV1/FVC, Rice mill industry.

ABSTRAK

F.S. Nugrahaeni S.

Analisis Faktor Risiko kadar debu Organik di udara terhadap Gangguan fungsi Paru pada Pekerja Industri Penggilingan Padi di Demak

xi + 93 halaman + lampiran

Industri ikut meningkatkan kesejahteraan masyarakat, namun industri juga dapat menimbulkan dampak pencemaran termasuk Industri Penggilingan padi di Kabupaten Demak. Dampak pencemaran industri penggilingan padi berupa pencemaran udara yang dapat menimbulkan gangguan fungsi paru terutama pada pekerja industri tersebut.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui faktor risiko kadar debu di udara pada ruang kerja terhadap fungsi paru pekerja, dan menghitung besarnya rasio prevalensi dampak paparan debu terhadap gangguan fungsi paru pekerja. Gangguan fungsi paru pada penelitian ini terbatas pada parameter fungsi paru yakni FVC, FEV1 dan rasio FEV1/FVC yang dikategorikan secara dikotomi

Penelitian ini merupakan penelitian survey analitik dengan pendekatan *cross sectional* dengan populasi pekerja pada industri penggilingan padi di Kabupaten Demak. Penelitian dilakukan melalui pengukuran parameter fungsi paru dengan menggunakan alat Spirometer dengan sampel sebanyak 45 orang dari 3 (tiga) perusahaan industri penggilingan padi. Sampel diambil dengan cara *Simple Random Sampling* dari 85 orang pekerja yang ada.

Hasil penelitian menunjukan bahwa 34 dari 45 responden bekerja di dalam ruangan dengan kadar debu diatas Nilai Ambang Batas. Hasil uji Statistik menunjukkan bahwa kejadian gangguan fungsi paru pekerja secara bermakna disebabkan oleh kadar debu di udara pada ruang kerja (p value = 0,002), serta diperberat oleh masa kerja (p value = 0,000), dan kebiasaan merokok 0.001, serta mempunyai riwayat penyakit paru (p value = 0.001) Adapun Rasio masing – masing variabel bebas terhadap kejadian gangguan fungsi paru adalah : kadar debu organik di udara (RP = 3,018, p value = 0.039), serta diperberat oleh riwayat pernah mengidap penyakit paru (RP = 3.535, p value = 0.021), masa kerja (RP = 4.130, p value = 0.024). Sedangkan Penggunaan Alat Pelindung Diri (masker) terbukti tidak berpengaruh terhadap pengurangan kejadian gangguan fungsi paru. Hal ini karena penggunaan masker yang diamati bukan merupakan gambaran penggunaan masker selama masa kerja responden.

Berdasarkan hasil penelitian ini perlu diupayakan tindakan – tindakan untuk mengurangi penyakit akibat kerja yang disebabkan oleh debu organik dari penggilingan padi dengan melakukan pengawasan dan pengendalian oleh pengusaha, dan instansi terkait terhadap kadar debu, alat pelindung diri dan kesehatan pekerja melalui pemeriksaan fungsi paru secara berkala.

Daftar bacaan : 30 buah

Tahun : 1982 – 2002

Kata kunci : Debu organik, *Forced Vital Capacity* (FVC), *Forced Expiratory Volume in 1 second* (FEV1), FEV1/FVC, Industri penggilingan padi.

6. Rekan – rekan sejawat, sanak saudara, handai taulan dan semua pihak yang telah membantu kelancaran pembuatan tesis ini, terima kasih atas segala bantuan dalam bentuk apapun.

Tesis ini masih jauh dari sempurna, bagaikan secerach bintang dilangit yang menyinari alam raya diantara berjuta – juta bintang lainnya, hampir tiada berarti sama sekali.

Semarang, Agustus 2004

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
Halaman Judul	i
Abstrak	ii
Kata Pengantar.....	iii
Daftar isi	vi
Daftar tabel	viii
Daftar gambar	x

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Perumusan Masalah.....	4
1.3. Tujuan Penelitian.....	5
1.4. Manfaat penelitian	6

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pencemaran Udara	8
2.2 Dampak Debu Terhadap Kesehatan	20
2.3 Sistem pernapasan.....	27
2.4 Penyakit Paru Akibat Kerja	34
2.5 Kerangka Teori	40
2.6 Kerangka konsep.....	41
2.7 Hipotesis	41

BAB III METODE PENELITIAN

3.1	Jenis Penelitian	43
3.2	Populasi dan Sampel.....	43
3.3	Waktu dan Tempat.....	44
3.4	Definisi Operasional	45
3.5	Instrumen Penelitian	48

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1	Gambaran Umum.....	53
4.2	Gambaran umum perusahaan penggilingan padi.....	53
4.3	Karakteristik Respondan dan analisis bivariat.....	55
4.4	Analisis multivariat.....	74

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1.	Kesimpulan	80
5.2.	Saran	81

BAB VI RINGKASAN.....	83
-----------------------	----

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 :	Komposisi normal Udara Bersih dan Kering	9
Tabel 2.3 :	Sumber Pencemar Udara di Amerika Serikat.....	11
Tabel 2.4 :	Perkiraan prosentasi komponen pencemar udara dari sumber pencemar industri di Indonesia.....	12
Tabel 2.5 :	Sumber Bahan Pencemar Yang Menghasilkan Bahan Pencemar Udara	15
Tabel 4.1 :	Data Kategori suhu, kelembaban dan kecepatan angin di dalam ruangan kerja	54
Tabel 4.2 :	Distribusi data suhu, kelembaban dan kecepatan angin pada Industri Penggilingan Padi di Kabupaten Demak, 2003	55
Tabel 4.3. :	Distribusi faktor risiko tingkat pendidikan Pekerja Industri Penggilingan Padi di Kabupaten Demak, 2003	57
Tabel 4.4. :	Distribusi data menurut faktor risiko umur pada Pekerja Industri Penggilingan Padi di Kabupaten Demak, 2003	58
Tabel 4.5. :	Distribusi data menurut faktor risiko tinggi badan, pada Pekerja Industri Penggilingan Padi di Kabupaten Demak, 2003	58
Tabel 4.6 :	Distribusi data menurut faktor risiko berat badan, pada Pekerja Industri Penggilingan Padi di Kabupaten Demak, 2003	59
Tabel 4.7 :	Distribusi faktor risiko Kadar debu dan analisis bivariat terhadap Kejadian gangguan fungsi paru pada Pekerja Industri Penggilingan Padi di Kabupaten Demak, 2003	63
Tabel 4.8 :	Distribusi faktor risiko umur dan analisis bivariat terhadap Kejadian gangguan fungsi paru Pekerja Industri Penggilingan Padi di Kabupaten Demak, 2003	67
Tabel 4.9 :	Tabulasi silang faktor risiko masa kerja dan analisis bivariat terhadap fungsi paru pada Pekerja Industri Penggilingan Padi di Kabupaten Demak, 2003	68
Tabel 4.10 :	Tabulasi silang faktor risiko penggunaan APD dan analisis bivariat terhadap gangguan fungsi paru pekerja pada Industri Penggilingan Padi di Kabupaten Demak, 2003	70

Tabel 4.11 : Tabulasi silang antara kebiasaan merokok dengan fungsi paru pekerja pada Industri Penggilingan Padi di Kabupaten Demak, 2003.....	72
Tabel 4.12 : Distribusi data Responden menurut Riwayat mengidap penyakit pada Industri Penggilingan padi di Kabupaten Demak, 2003	74
Tabel 4.13 : Tabulasi silang antara riwayat mengidap penyakit dengan fungsi paru pekerja pada Industri Penggilingan Padi di Kabupaten Demak, 2003	74
Tabel 4.14 : Distribusi data faktor risiko yang berpengaruh secara bermakna terhadap kejadian gangguan fungsi paru pada pekerja Industri penggilingan padi di Kabupaten Demak, 2003.....	76
Tabel 4. 15 : Hasil Analisis multivariat faktor risiko yang berpengaruh terhadap kejadian gangguan fungsi paru pada pekerja Industri Penggilingan padi di Kabupaten Demak, 2003.....	77

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 : Perubahan tekanan pada intrapleura dan intrapulmonal.....	29
Gambar 2.2 : sirkulasi pertukaran gas dalam paru	32
Gambar 2.3 : Perbandingan hasil pengukuran FVC dan FEV pada paru normal dan gangguan	37
Gambar 2.4 : Kerangka teoritis terjadinya gangguan fungsi paru.....	40
Gambar 2.5 : Hubungan antar variabel penelitian.....	41
Gambar 4.1 : Distribusi data menurut jenis kelamin pekerja pada Industri penggilingan padi di Kabupaten Demak, 2003	56
Gambar 4.2 : Distribusi data menurut faktor risiko tinggi badan, pada Pekerja Industri Penggilingan Padi di Kabupaten Demak, 2003	59
Gambar 4.3 : Distribusi data menurut faktor risiko bagian pekerjaan, pada Pekerja Industri Penggilingan Padi di Kabupaten Demak, 2003	60
Gambar 4.4 : Distribusi data menurut faktor risiko Fungsi Paru, pada Pekerja Industri Penggilingan Padi di Kabupaten Demak, 2003	60
Gambar 4.5 : Distribusi data menurut faktor risiko Kadar debu di udara, pada ruang kerja di Industri Penggilingan Padi di Kabupaten Demak, 2003	61
Gambar 4.6 : Distribusi faktor risiko penggunaan APD terhadap gangguan fungsi paru pada Industri Penggilingan padi di Kabupaten Demak, 2003.....	68
Gambar 4.7 : Distribusi faktor risiko Kebiasaan Merokok pada pekerja Industri Penggilingan padi di Kabupaten Demak, 2003.....	70
Gambar 4.1 Distribusi Responden menurut perumahan tempat bekerja.....	49
Gambar 4.2 Distribusi Responden menurut kandungan debu organik di udara pada ruang kerjanya.....	49
Gambar 4.3 Distribusi Responden menurut gangguan fungsi paru restriksi pekerja pada Industri Penggilingan padi di Kabupaten Demak, 2003	50

Gambar 4.4	Distribusi Responden menurut gangguan fungsi paru Obstruksi pekerja pada Industri Penggilingan padi di Kabupaten Demak, 2003	51
Gambar 4.5	Distribusi Responden menurut gangguan fungsi paru restriksi dan Obstruksi pekerja pada Industri Penggilingan padi di Kabupaten Demak, 2003	51
Gambar 4.6	Distribusi Responden menurut Jenis Kelamin pekerja pada Industri Penggilingan padi di Kabupaten Demak, 2003	52
Gambar 4.7	Grafik silang antara umur pekerja dengan fungsi paru pada Industri Penggilingan padi di Kabupaten Demak, 2003	56
Gambar 4.8	Distribusi Responden menurut Masa Kerja pekerja pada Industri Penggilingan padi di Kabupaten Demak, 2003	62
Gambar 4.9 :	Distribusi data Responden menurut masa kerja pekerja pada Industri Penggilingan padi di Kabupaten Demak, 2003	62
Gambar 4.10	Distribusi Responden menurut Jenis Pekerjaan pekerja pada Industri Penggilingan padi di Kabupaten Demak, 2003	65
Gambar 4.11	Distribusi data Responden menurut penggunaan APD pada Industri Penggilingan padi di Kabupaten Demak, 2003	70
Gambar 4.12	Distribusi data Responden menurut Kebiasaan Merokok pada Industri Penggilingan padi di Kabupaten Demak, 2003	71
Gambar 4.13	Distribusi data Responden menurut Riwayat mengidap penyakit pada Industri Penggilingan padi di Kabupaten Demak, 2003	73

RIWAYAT HIDUP

Nama : Dra. FS Nugraheni S
Tempat/tanggal lahir : Pati, 29 Januari 1957
Alamat : Sekip II / 13 Tembalang Semarang Telp. (024) 7471353
Pekerjaan : Staf Pengajar Program Diploma Fakultas Teknik Universitas
Diponegoro.
Alamat Kantor : Prof. Sudarto SH Semarang - Telp. (024) 7499459

Riwayat Pendidikan

Tahun 1968 : Lulus SD Keluarga Pati
Tahun 1971 : Lulus SMP Keluarga Pati
Tahun 1974 : Lulus SMA Negri III-IV Semarang
Tahun 1983 : Lulus Sarjana IKIP Negri Semarang
Tahun 2001 : Kuliah pada Program Magister Kesehatan Masyarakat,
program studi Ilmu Kesehatan Lingkungan.

Riwayat Pekerjaan

Tahun 1980 – 1987 : Guru tetap SMA St. Louis Semarang.
Tahun 1985 : Calon PNS sebagai Dosen FNGT Universitas Diponegoro.
Tahun 1986 : PNS sebagai Dosen.
Tahun 1996 : Sebagai Dosen Program Diploma Fakultas Teknik
Universitas Diponegoro sampai sekarang

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kemajuan sektor industri di Indonesia meningkat dari tahun ke tahun. Peningkatan ini seiring dengan peningkatan taraf ekonomi negara. Semakin maju industri semakin terbuka lapangan kerja untuk masyarakat, daerah di sekitar perindustrian, komunikasi, perdagangan maupun di bidang pertanian yang salah satunya adalah penggilingan padi. Hal ini akan meningkatkan taraf kehidupan ekonomi dan sosial masyarakat. Di lain pihak kemajuan ekonomi merangsang timbulnya industri baru yang mempunyai ruang lingkup yang lebih luas.

Perkembangan industri yang pesat dapat meningkatkan taraf hidup, tetapi juga dapat menimbulkan dampak negatif juga bisa terjadi di masyarakat. Salah satu dampak negatif adalah terhadap kesehatan para pekerja dan masyarakat di sekitar daerah perindustrian. Hal ini disebabkan pencemaran udara akibat proses pengolahan atau hasil industri tersebut. Berbagai zat dapat mencemari udara seperti debu batu bara, semen, kapas, asbes, zat-zat kimia, gas beracun, debu pada penggilingan padi (debu organik) dan lain-lain.

Berbagai faktor berpengaruh terhadap timbulnya penyakit atau gangguan pada saluran napas akibat debu. Faktor itu antara lain adalah faktor debu yang meliputi ukuran partikel, bentuk, konsentrasi, daya larut dan sifat

kimiawi dan lama paparan. Faktor individual meliputi mekanisme pertahanan paru, anatomi dan fisiologi saluran pernapasan.

Faktor lingkungan kerja merupakan salah satu penyebab timbulnya penyakit akibat kerja. Potensi bahaya dapat ditimbulkan dari aktivitas kegiatan di tempat kerja setiap saat dapat membahayakan pekerja. Pada penggilingan padi (*Rice Mill*) yang potensi bahaya debu sekamnya cukup tinggi terutama di bagian penggilingan. Debu penggilingan padi adalah termasuk debu organik atau debu biji-bijian yaitu debu yang mengganggu kenyamanan kerja dan apabila terpapar terus-menerus menimbulkan penumpukan di saluran paru yang tentu saja mengganggu saluran napas.

Faktor lingkungan kerja diartikan sebagai potensi sumber bahaya yang kemungkinan terjadi di lingkungan kerja akibat adanya suatu proses kerja (Surat Edaran Menteri Tenaga Kerja Nomor : SE – 01/Men/1997). Kondisi kualitas udara lingkungan kerja dapat ikut berperan dalam hal kesehatan kerja. Pada penggilingan padi, paparan debu dapat menimbulkan berbagai penyakit akibat kerja yaitu gangguan fungsi paru dan kecacatan. Hal ini sejalan dengan yang dikemukakan oleh Mukono (2000) bahwa tempat penyerapan utama bagi toksikan adalah saluran pernapasan, paru ataupun iritasi mata dimana pada absorpsi toksikan di paru biasanya berupa gas dan partikel.

Penyakit paru akibat debu industri mempunyai gejala dan tanda yang mirip dengan penyakit paru lain yang tidak disebabkan oleh debu di tempat kerja. Untuk menegaskan diagnosis perlu dilakukan *anamnesa* yang teliti meliputi riwayat pekerjaan dan hal-hal yang berhubungan dengan pekerja

karena penyakit biasanya baru tumbuh setelah pajanan yang cukup lama (Yunus,1997).

Proses penggilingan padi dari awal sampai akhir dimulai dari pembersihan, pemecahan kulit, penyosohan dan pemutihan, penggosokan, serta pengayaan. Pada proses penggilingan banyak dihasilkan debu dari padi maupun kotoran yang terbawa pada proses sebelumnya. Paparan dari sejumlah debu organik secara nyata dapat menimbulkan gangguan saluran pernapasan dan gangguan fungsi paru. Namun demikian pada paparan terus menerus akan bersifat menetap yang semakin membawa pekerja ke tingkat kelemahan. Beberapa penyakit yang berhubungan dengan paparan debu organik antara lain : hipersensitivitas dan asma.

Berdasarkan data dari Dinas Pertanian dan Pertanaman Pangan di Kabupaten Demak pada tahun 2001/2002, jumlah penggilingan padi yang terdaftar ada 333 unit dengan kapasitas 463.890 ton/tahun. Penggilingan padi yang telah dilakukan oleh masyarakat di Kabupaten Demak ini meliputi 14 kecamatan yaitu Demak, Bonang, Wonosalam, Dempet, Kebonagung, Mijen, Wedung, Gajah, Karanganyar, Karang Tengah, Guntur, Sayung, Mranggen dan Karangawen.

Penggilingan padi di Kabupaten Demak terdiri atas tiga kategori yaitu :

1. Penggilingan padi skala besar, dengan kapasitas antara 2.000-3.900 ton/tahun, jumlahnya 65 unit dengan kapasitas 201.320 ton/tahun.
2. Penggilingan padi skala sedang, dengan kapasitas antara 1.200 – 2.000 ton/tahun, jumlahnya 40 unit dengan kapasitas 54.242 ton/tahun.

3. Penggilingan padi skala kecil, dengan kapasitas antara 600 – 1.200 ton/tahun jumlahnya 228 unit dengan kapasitas 208.328 ton/tahun.

Berdasarkan hasil pemeriksaan spirometri yang dilakukan oleh Hiperkes tahun 2003 pada pekerja penggilingan padi di Klaten, untuk mengetahui kondisi fungsi paru dan deteksi gejala-gejala kelainan dari fungsi paru disebutkan dari tenaga kerja 29 orang, diperoleh hasil 19 orang (65,52 %) kondisi parunya masih dalam keadaan normal sedangkan 6 orang (20,69 %) tenaga kerja sudah mengalami gangguan penyempitan pada tingkat ringan (restrictive) dan 4 orang (13,79 %) obstructive.

Industri penggilingan padi ini termasuk yang sudah modern yaitu menggunakan teknologi yang terbaru, sedangkan industri pada menengah dan yang masih tradisional belum pernah dilakukan pemeriksaan.

1.2 Perumusan Masalah

Industri penggilingan padi merupakan salah satu masalah pencemaran udara yang sangat penting untuk diperhatikan, oleh karena pekerja yang terpapar oleh debu di udara pada ruang kerjanya yang melebihi Nilai Ambang Batas (NAB) dapat mengakibatkan penyakit atau gangguan pada saluran napas. Risiko gangguan fungsi paru diperbesar diperbesar dengan any kebiasaan merokok serta tidak menggunakan masker pada saat bekerja.

Berdasarkan permasalahan di atas, maka perlu dilakukan penelitian apakah kadar debu organik di udara merupakan faktor risiko terhadap gangguan fungsi paru pada pekerja industri penggilingan padi.

1.3 Tujuan Penelitian

1.3.1 Tujuan Umum

Mengetahui faktor risiko kadar debu organik di lingkungan kerja terhadap gangguan fungsi paru pada pekerja industri penggilingan padi.

1.3.2 Tujuan Khusus

1. Mengidentifikasi karakteristik pekerja (umur, jenis kelamin, lama kerja dan jenis pekerjaan).
2. Mengukur kadar debu organik saat penggilingan berlangsung pada lokasi proses penggilingan padi.
3. Mengukur fungsi paru pada pekerja di lingkungan industri penggilingan padi.
4. Menganalisis faktor risiko kadar debu organik di udara terhadap gangguan fungsi paru.
5. Menganalisis faktor risiko umur pekerja terhadap gangguan fungsi paru
6. Menganalisis faktor risiko masa kerja terhadap gangguan fungsi paru
7. Menganalisis faktor risiko jenis pekerjaan terhadap gangguan fungsi paru
8. Menganalisis faktor risiko penggunaan Alat Pelindung Diri terhadap gangguan fungsi paru
9. Menganalisis faktor risiko Kebiasaan Merokok terhadap gangguan fungsi paru
10. Menganalisis faktor risiko Riwayat pernah mengidap penyakit paru terhadap gangguan fungsi paru

1.4 Manfaat penelitian

1.4.1 Bagi Pengusaha

- a. Menerima pengetahuan tentang dampak lingkungan kerja akibat debu yang ditimbulkan pada penggilingan padi, sehingga dapat dilakukan kegiatan untuk mengurangi limbah debu.
- b. Meningkatkan pengetahuan tentang dampak paparan terhadap kesehatan pekerja, khususnya pada saluran pernapasan.

1.4.2 Bagi Pekerja dan Masyarakat Sekitarnya

- a. Memberikan informasi tentang kualitas debu di lingkungan industri, dan dampaknya, seperti faktor fisik, misalnya debu yang ditimbulkan, kebisingan, temperatur dan lain-lain untuk mengurangi efek debu organik di udara pada industri penggilingan padi terhadap gangguan fungsi paru.
- b. Memberikan pengetahuan tentang pentingnya penggunaan masker dalam mengurangi efek debu organik di udara terhadap gangguan fungsi paru.

1.4.3 Bagi Peneliti Maupun Perguruan Tinggi

- a. Membantu meningkatkan pengetahuan para pengusaha penggilingan padi yang ramah lingkungan dan diterima pekerja maupun masyarakat sekitarnya.

- b. Meningkatkan pengetahuan peneliti dan menambah masukan pengetahuan pada Perguruan Tinggi tentang hubungan kadar debu di lingkungan pekerja penggilingan padi dengan gangguan fungsi paru.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pencemaran Udara

Pencemaran udara diartikan sebagai adanya bahan – bahan atau zat – zat asing di dalam udara yang menyebabkan perubahan susunan (komposisi) udara dari keadaan normalnya. Kehadiran bahan atau zat asing di dalam udara dalam jumlah tertentu serta berada di udara dalam waktu yang cukup lama akan dapat mengganggu kehidupan manusia, hewan dan tumbuhan.

2.1.1 Pengertian Pencemaran Udara

Menurut Maters (1991) yang dimaksud dengan pencemaran udara adalah bertambahnya bahan atau substrat fisik atau kimia ke dalam lingkungan udara normal yang mencapai sejumlah tertentu, sehingga dapat dideteksi oleh manusia (atau yang dapat dihitung dan diukur) serta dapat memberikan efek pada manusia, binatang, vegetasi dan material. Selain itu pencemaran udara dapat pula dikatakan sebagai perubahan atmosfer oleh karena masuknya bahan kontaminan alami atau buatan ke dalam atmosfer tersebut.

Menurut Kumar, pencemaran udara adalah adanya bahan polutan di atmosfer yang dalam konsentrasi tertentu akan mengganggu keseimbangan dinamik atmosfer dan mempunyai efek pada manusia dan lingkungannya.

Udara merupakan campuran beberapa macam gas yang perbandingannya tidak tetap, tergantung pada keadaan suhu udara, tekanan udara dan lingkungan sekitarnya. Udara adalah juga atmosfer yang berada disekeliling bumi yang fungsinya sangat penting bagi kehidupan di dunia. Dalam udara terdapat oksigen (O_2) untuk bernapas, CO_2 untuk proses fotosintesis oleh klorofil daun dan Ozon (O_3) untuk menahan sinar ultraviolet. Komposisi udara bersih dan kering adalah sebagai berikut :

Tabel 2.1 Komposisi normal Udara Bersih dan Kering

Nama	Simbol	% Volume
Nitrogen	N_2	78,09
Oksigen	O_2	21,94
Argon	Ar	0,93
Karbondioksida	CO_2	0,032

Sumber : Arya Wardhana, Wisnu, 2001

Pengertian lain dari pencemaran udara adalah terdapat bahan kontaminan di atmosfer karena ulah manusia (*man made*). Hal ini untuk membedakan dengan pencemaran udara alamiah dan pencemaran udara di tempat kerja (*occupational air pollution*).

Asal pencemaran udara dapat diterangkan dengan 3 (tiga) proses yaitu atrisi (*attrition*), penguapan (*vaporization*) dan pembakaran (*combustion*). Dari ketiga proses tersebut di atas, pembakaran merupakan proses yang sangat dominan dalam kemampuannya menimbulkan bahan polutan.

2.1.2 Penyebab Pencemaran Udara

Pembangunan yang berkembang pesat dewasa ini, khususnya dalam bidang teknologi dan industri serta meningkatnya jumlah kendaraan bermotor yang menggunakan bahan bakar minyak menyebabkan udara yang kita hirup menjadi tercemar oleh gas-gas buangan hasil pembakaran.

Secara umum penyebab pencemaran udara ada dua macam yaitu :

1. Faktor Internal (secara alamiah), contoh :

- Debu yang bertebangan akibat tiupan angin.
- Debu yang dikeluarkan dari letusan gunung berapi berikut gas-gas vulkaniknya.
- Proses pembusukan sampah organik.

2. Faktor Eksternal (ulah manusia), contoh :

- Hasil pembakaran bahan bakar fosil.
- Debu / serbuk dari kegiatan industri.
- Pemakaian zat-zat kimia yang disemprotkan ke udara.

Pencemaran udara pada suatu tingkat tertentu dapat merupakan campuran dari satu atau lebih bahan pencemar, baik berupa padatan cairan atau gas yang masuk terdispersi ke udara dan kemudian menyebar ke lingkungan sekitarnya. Udara bersih yang kita hirup merupakan gas yang tidak tampak, tidak berbau, tidak berwarna maupun berasa. Akan tetapi udara yang benar-benar bersih sulit diperoleh, terutama diperkotaan yang banyak industrinya dan padat lalu lintas. Udara yang tercemar dapat merusak lingkungan dan kehidupan manusia.

2.1.3 Komponen Pencemaran Udara

Udara di daerah perkotaan yang mempunyai banyak kegiatan industri dan teknologi serta lalu lintas yang padat, udaranya relatif sudah tidak bersih lagi. Udara di daerah industri kotor terkena bermacam-macam pencemar. Dari beberapa macam komponen pencemar udara, maka yang paling banyak berpengaruh dalam pencemaran udara adalah (Arya Wardhana, Wisnu, 2001) :

1. Karbon Monoksida (CO)
2. Nitrogen Oksida (NO₂)
3. Belerang Oksida (SO₂)
4. Hidro Karbon (HC)
5. Partikel (*Particulate*) dan lain-lain.

Komponen pencemar udara tersebut di atas bisa mencemari udara secara sendiri-sendiri, atau dapat pula mencemari udara secara bersama-sama. Jumlah komponen pencemar udara tergantung pada sumbernya. Adapun kadar komponen pencemar udara di Amerika Serikat adalah :

Tabel 2.3 Sumber Pencemar Udara di Amerika Serikat

Sumber Pencemaran	Jumlah Komponen Pencemar, Juta Ton / Tahun					
	CO	NO ₂	SO ₂	HC	Part.	Total
Transportasi	63,8	8,1	0,8	16,6	1,2	90,5
Industri	9,7	0,2	7,3	4,6	7,5	29,3
Pembuangan Sampah	7,8	0,6	0,1	1,6	1,1	11,2
Pembakaran Stationer	1,9	10,0	24,4	0,7	8,9	45,9
Lain-lain	16,9	1,7	0,6	8,5	9,6	37,3

Sumber : Arya Wardhana, Wisnu, 2001

Sumber pencemaran udara di Indonesia pada saat ini masih harus diteliti. Akan tetapi kalau dilihat dari prosentase komponen pencemar udara dari sumber pecemar transportasi, seperti dilihat pada tabel di atas, mungkin data tersebut dapat diolah dari data di atas karena sama-sama menggunakan bahan bakar fosil. Perkiraan prosentase komponen pencemar udara di Indonesia dari sumber pencemar transportasi dapat dilihat pada tabel berikut

Tabel 2.4 Perkiraan prosentasi komponen pencemar udara dari sumber pencemar industri di Indonesia

Komponen Pencemar	Prosentase
CO	70,50 %
NO ₂	8,89 %
SO ₂	0,88 %
HC	18,34 %
Partikel	1,33 %
Total	100 %

Sumber : Arya Wardhana, Wisnu, 2001

2.1.4 Klasifikasi Bahan Pencemar Udara

Bahan pencemar udara atau polutan dapat dibagi menjadi 2 (dua) bagian :

1. Polutan Primer

Polutan primer adalah polutan yang dikeluarkan langsung pada sumber tertentu dan dapat berupa :

a. Gas

Gas terdiri dari :

- Senyawa karbon yaitu hidrokarbon, hidrokarbon teroksigenasi dan karbon dioksida (CO dan CO₂).
- Senyawa sulfur, yaitu sulfur oksida

- Senyawa nitrogen, yaitu nitrogen oksida dan amoniak
- Senyawa halogen, yaitu fluor, klorin, hydrogen klorida, hidrokarbon terklorinasi dan bromin.

Penyebab pencemaran lingkungan di atmosfer biasanya berasal dari sumber kendaraan bermotor dan atau industri. Bahan pencemar yang dikeluarkan antara lain adalah gas NO_2 , SO_2 , SO_3 , Ozon, CO, HC dan partikel debu. Gas NO_2 , SO_2 , CO dan HC dapat dihasilkan dari proses pembakaran oleh mesin yang menggunakan bahan bakar yang berasal dari bahan fosil (Mostardi, 1981).

b. Partikel

Partikel adalah pencemar udara yang dapat berada bersama – sama dengan bahan pencemar lainnya. Partikel dalam atmosfer mempunyai karakteristik spesifik, dapat berupa zat padat maupun suspensi aerosol cair. Bahan partikel tersebut dapat berasal dari proses kondensasi, proses dispersi (proses menyemprot/*spraying*) dan proses erosi bahan tertentu.

Menurut Arya Wardhana, Wisnu, 2001 Partikel meliputi berbagai macam bentuk yang dapat berupa keadaan – keadaan berikut :

- 1). Aerosol, adalah partikel yang berhambur dan melayang di dunia.

- 2). Fog (kabut), adalah aerosol yang berupa butiran-butiran air yang berada di udara.
- 3). Smoke (asap), adalah aerosol yang berupa campuran antara butir padatan dan cairan yang terhambur melayang di udara.
- 4). Dust (debu), adalah aerosol yang berupa butiran padat yang terhambur dan melayang di udara karena adanya hembusan angin.
- 5). Mist, mirip kabut, penyebabnya bukan butiran air.
- 6). Fume, mirip asap, penyebabnya adalah aerosol yang berasal dari kondensasi uap panas.
- 7). Plume adalah asap yang keluar dari cerobong asap suatu industri.
- 8). Haze adalah setiap bentuk aerosol yang mengganggu pandangan di udara.

Berdasarkan ukuran, secara garis besar partikel dapat merupakan suatu :

- 1) Partikel debu kasar (*coarse particle*), jika diameternya $> 10 \mu$
- 2) Partikel debu, uap dan asap, jika diameternya antara $1-10 \mu$
- 3) Aerosol, jika diameternya $< 1 \mu$

2. Polutan Sekunder

Polutan sekunder biasanya terjadi karena reaksi dari dua atau lebih bahan kimia di udara, misalnya reaksi foto kimia. Sebagai contoh adalah disosiasi NO_2 yang menghasilkan NO dan O radikal. Proses kecepatan dan arah reaksinya dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain :

- a. Konsentrasi relatif dari bahan reaktan
- b. Derajat fotoaktivasi
- c. Kondisi iklim
- d. Topografi lokal dan adanya embun.

Polutan sekunder ini mempunyai sifat fisik dan sifat kimia yang tidak stabil. Termasuk dalam polutan sekunder ini adalah ozon, Peroxyl Acetyl Nitrat (PAN) dan Formaldehid.

2.1.5 Sumber Bahan Pencemar Udara

Di daerah perkotaan dan industri, parameter bahan pencemar udara yang perlu diperhatikan dalam hubungannya dengan penyakit saluran pernapasan adalah parameter gas SO_2 , gas CO , gas NO dan partikel debu. Sumber bahan pencemar udara, menentukan jenis bahan pencemarnya, sebagai berikut :

Tabel 2.5 : Sumber Bahan Pencemar Yang Menghasilkan Bahan Pencemar Udara

S	B	HC	CO_2	CO	SO_2	NO	NO_2
Sumber stasioner		+	+	+	+	+	+
Proses industri		+	+	+	+	+	+
Sampah padat +		+	+	+	+	+	
Pembakaran sisa pertanian		+	+	+	-	+	+
Transportasi		+	+	+	+	+	+
Bahan bakar minyak		+	+	+	+	+	+
Bahan bakar gas alam		-	+	-	-	-	-
Bahan bakar kayu		-	+	-	-	+	+
Insinerator		+	+	+	+	+	+
Kebakaran hutan		+	+	+	-	+	+

Keterangan : + = menghasilkan
- = tidak menghasilkan

B = bahan pencemar
S = sumber pencemar

Sumber : Mukono, 1997

2.1.6 Faktor yang Mempengaruhi Pencemaran Udara

Banyak faktor yang dapat mempengaruhi pencemaran udara di atmosfer, misalnya :

1. Kelembaban

Kelembaban udara relatif yang rendah ($< 60\%$) di daerah tercemar SO_2 , akan mengurangi efek korosif dari bahan kimia tersebut. Pada kelembaban relatif lebih atau sama dengan 80% di daerah tercemar SO_2 , akan terjadi peningkatan efek korosif SO_2 tersebut.

2. Suhu

Suhu yang menurun pada permukaan bumi, dapat menyebabkan peningkatan kelembaban udara relatif, sehingga akan meningkatkan efek korosif bahan pencemar di daerah yang udaranya tercemar. Pada suhu yang meningkat, akan meningkatkan pula kecepatan reaksi suatu bahan kimia.

3. Sinar Matahari

Sinar matahari dapat mempengaruhi bahan oksidan terutama O_3 di atmosfer. Keadaan tersebut dapat menyebabkan kerusakan bahan/alat bangunan atau bahan yang dapat terbuat dari karet. Jadi dapat dikatakan bahwa sinar matahari dapat meningkatkan rangsangan untuk merusak bahan.

2.1.7 Efek Bahan Pencemar Udara

Baik gas maupun partikel yang berada di atmosfer dapat menyebabkan kelainan pada tubuh manusia. Secara umum efek pencemaran udara terhadap individu atau masyarakat dapat berupa (Goldsmith & Friberg, 1991) :

1. Sakit, baik yang akut maupun yang kronis.
2. Penyakit yang tersembunyi yang dapat memperpendek umur, menghambat pertumbuhan dan perkembangan.
3. Mengganggu fungsi fisiologis dari :
 - a. Paru
 - b. Saraf
 - c. Transpor oksigen oleh hemoglobin
 - d. Kemampuan sensorik
4. Kemunduran penampilan, misalnya pada :
 - a. Aktivitas atlet
 - b. Aktivitas motorik
 - c. Aktivitas belajar
5. Iritasi sensorik
6. Penimbunan bahan berbahaya dalam tubuh
7. Rasa tidak nyaman (bau)

Secara rinci, efek polutan udara yang primer (gas dan partikel) maupun yang sekunder adalah sebagai berikut :

a. Efek Polutan Gas

1). Gas sulfur oksida (SO_2)

Gas SO_2 dapat memberikan kelainan berupa :

- a). Iritasi dan peningkatan *airway resistance*
- b). Batuk kronis
- c). Peningkatan sekresi mucus

2). Gas ozon (O_3) dan Oksida lain

Gas ozon dapat memberikan kelainan berupa :

- a). Iritasi dan rasa kering di tenggorokan
- b). Peningkatan *airway resistance*
- c). Sakit kepala, mual, tidak suka makan
- d). Batuk dan nyeri dada serta pernapasan menjadi pendek
- e). Sembab paru

3). Karbon monoksida (CO)

CO dapat memberikan kelainan berupa :

- a). Memblokir fungsi transpor HbO_2 dan meningkatkan $HbCO$ dalam darah
- b). Kerusakan otot jantung dan susunan saraf pusat (SSP)

4). Nitrogen dioksida (NO_2)

Gas NO_2 dapat memberikan kelainan berupa :

- a). Terbentuknya MethHb (Meth Hemoglobin)
- b). Peningkatan *inspiratory resistance*
- c). Peningkatan *expiratory resistance*

- d). Terjadinya sembab paru
- e). Terjadinya fibrosis paru

b. Efek Polutan Partikel

1). Asbes

Di dalam tubuh, asbes terutama ditimbun di paru dan dapat menyebabkan kelainan berupa (Corman, 1971 :44 – 45 ; Goldsmith & Friberg, 1977 : 531 - 551) :

- a). Fibrosis paru
- b). Kanker paru

2). Kadmium (Cd)

Inhalasi debu Cd dapat menyebabkan terjadinya :

- a). Kerusakan paru (*emphysematous*)
- b). Kerusakan ginjal

3). Berilium (Be)

Paparan lingkungan kerja oleh Be antara lain dapat menyebabkan terjadinya :

- a). *Acute pneumonic disease*
- b). *Chronic granulomatous disease*

4). Arsen (Ar)

Paparan menahun dengan As antara lain dapat menyebabkan terjadinya kanker paru dan kanker kulit.

5). Kromium (Cr)

Cr heksavalen dapat menyebabkan kelainan antara lain :

- a). Iritasi mukosa
- b). Perforasi hidung
- c). Faringitis
- d). Kanker paru

2.2 Dampak Debu Terhadap Kesehatan

Debu merupakan suatu partikel yang dihasilkan oleh suatu proses mekanis seperti penghancuran batu dalam proses penambangan dan penggilingan batu, pengeboran dan peledakan pada suatu penambangan batu bara, timah putih, proses menggerinda besi proses penggilingan padi dan sebagainya.

Debu terdiri atas partikel padat yang dapat dibedakan menjadi 2 (dua) macam yaitu antara lain :

1. *Deposit particulate matter*, adalah debu yang hanya berada sementara di udara partikel ini segera mengendap karena gaya tarik bumi.
2. *Suspended particulate matter*, adalah debu yang berada di udara dan tidak mudah mengendap. (Yunus, 1997)

Pada industri penggilingan padi banyak menghasilkan bahan pencemar debu (dalam bentuk partikel) sehingga dalam melakukan proses produksi, kadar debu yang dihasilkan tidak boleh melampaui /di atas Nilai Ambang Batas (NAB) yaitu 4 mg/m^3 sesuai Surat Edaran Menaker nomor SE 01/MEN/1997 tentang Nilai Ambang batas Faktor Kimia di Udara Lingkungan Kerja.

2.2.1 Karakteristik Debu

Secara garis besar karakteristik debu dalam industri terdiri atas 3 (tiga) macam yaitu:

b. Debu organik

Debu organik dapat menimbulkan efek patofisiologis dan merusakkan alveoli atau penyebab fibrosis pada paru, yang termasuk debu organik misalnya debu kapas, rotan, padi-padian, tebu, daun tembakau dan lain-lain.

c. Debu mineral

Debu ini terdiri dari persenyawaan yang kompleks seperti : SiO_2 , SnO_2 , Fe_2O_3 , sifat debu ini tidak fibrosis pada paru.

d. Debu logam

Debu ini menyebabkan keracunan, akibat absorpsi tubuh melalui kulit dan lambung, yang termasuk debu logam tersebut antara lain : Pb, Hg, Cd, dan lain-lain (Kusmindar, 1989).

Sedangkan berdasarkan sifatnya, debu digolongkan menjadi (Suma'mur, 1998) :

1. Debu perangsang, misalnya debu kapas, bubuk beras, dan lain-lain.
2. Debu toksik, misalnya partikel Pb, As, Mn.
3. Debu penyebab fibrosis, misalnya asbes, kwarts.
4. Debu yang menyebabkan alergi, misalnya kapas, tepung sari.
5. Debu yang menyebabkan demam, misalnya fume, ZnO.
6. Debu inert, misalnya debu kapur, besi.

Berbagai faktor berpengaruh dalam timbulnya penyakit pada saluran napas akibat debu. Faktor tersebut antara lain adalah sebagai berikut :

- ukuran partikel
- bentuk
- konsentrasi
- daya larut
- sifat kimiawi,
- lama paparan

Faktor individual meliputi mekanisme pertahanan paru, anatomi dan fisiologi saluran napas.

Partikel debu yang dihirup berukuran $0,1 - 10 \mu$. Debu yang berukuran $5 - 10 \mu$ bila terhisap akan tertahan dan tertimbun pada saluran pernapasan bagian atas, sedang berukuran $3 - 5 \mu$ tertahan dan tertimbun pada saluran napas tengah. Partikel debu dengan ukuran $1 - 3 \mu$ disebut debu respirabel merupakan yang paling berbahaya karena tertahan dan tertimbun mulai dari bronkiolus terminalis sampai alveoli. Debu yang berukuran kurang dari 1μ tidak mudah mengendap di alveoli, debu yang ukurannya antara $0,1 - 0,5 \mu$ berdifusi dengan gerak *Brown* keluar masuk alveoli.

Meskipun batas debu respirabel adalah 5μ , tetapi debu dengan ukuran $5 - 10 \mu$ dengan kadar berbeda dapat masuk ke dalam alveoli. Debu yang berukuran lebih dari 5μ akan dikeluarkan semuanya bila jumlahnya kurang

dari 10 partikel/mm³ udara. Bila jumlahnya 1.000 partikel/mm³ udara, maka 10% dari jumlah itu akan ditimbun dalam paru.

Debu yang non fibrogenik adalah debu yang tidak menimbulkan reaksi jaringan paru, contohnya : debu besi, kapur, timah. Debu ini dulu dianggap tidak merusak paru yang disebut debu inert. Dalam dosis besar semu debu bersifat merangsang dan dapat menimbulkan reaksi walaupun ringan. Reaksi ini berupa produksi lendir berlebihan, bila terus berlangsung dapat terjadi hiperplasi kelenjar mucus. Jaringan paru juga dapat berubah dengan terbentuknya jaringan ikat retikulin. Penyakit paru ini disebut pneumokoniosis non kolagen.

Debu fibrogenik dapat menimbulkan reaksi jaringan paru sehingga terbentuk jaringan parut (fibrosis). Penyakit ini disebut *pneumokoniosis kolagen*. Termasuk jenis ini adalah debu silikon bebas batu bara dan asbes.

2.2.2 Reaksi Paru Terhadap Debu

Debu yang masuk kedalam saluran napas, menyebabkan timbulnya reaksi mekanisme pertahanan nonspesifik berupa batuk bersin, gangguan tranport mukosiler dan fagositosis oleh makrofag. Otot polos di sekitar jalan napas dapat terangsang sehingga menimbulkan penyempitan. Keadaan ini terjadi biasanya bila kadar debu melebihi nilai ambang batas.

Partikel debu yang masuk ke dalam alveoli akan membentuk focus dan berkumpul di bagian awal saluran limfe paru. Debu ini akan *difagositosis* oleh *makrofag*. Debu yang bersifat toksik terhadap makrofag seperti silica

bebas menyebabkan terjadinya autolisis. Makrofag yang lisis bersama silika bebas merangsang terbentuknya makrofag baru yang memfagositosis silika bebas tadi sehingga terjadi lagi autolisis, keadaan ini terjadi berulang-ulang

Penyakit paru yang dapat timbul karena debu selain tergantung pada jenis debu, lama paparan dan kepekaan individual. *Pneumoconiosis* biasanya timbul setelah paparan bertahun-tahun. Apabila kadar debu tinggi atau kadar silika bebas tinggi dapat terjadi silicosis akut yang bermanifestasi setelah paparan 6 bulan.

2.2.3 Beberapa Penyakit Akibat Debu

Penyakit akibat debu antara lain seperti : bronchitis industri, asma kerja dan kanker paru.

a. Bronkitis Industri

Berbagai debu industri seperti debu yang berasal dari pembakaran arang batu, semen, keramik, besi, penghancuran logam dan batu, asbes dan silika dengan ukuran 3-10 μ akan ditimbun di paru. Efek yang lama dari paparan ini menyebabkan *paralysis silia*, *hipersekreksi* dan *hipertrofi* kelenjar mucus. Keadaan ini menyebabkan saluran napas rentan terhadap infeksi dan timbul gejala-gejala batuk menahun. Pada pekerja yang berhubungan dengan tepung keadannya lebih kompleks. Berbagai komponen debu padi-padian (antigen padi-padian, jamur kumbang padi, tungau, endotoksin bakteri, antigen binatang dan debu inert) berperan menimbulkan bronchitis.

b. Asma Kerja

Asma kerja adalah penyakit yang ditandai oleh kepekaan saluran napas terhadap paparan zat ditempat kerja dengan manifestasi obstruksi saluran napas yang bersifat *reversibel*.

Penyakit ini haanya mengenai sebagian pekerja yang terpapar, dan muncul setelah masa bebas gejala yang berlangsung antara beberapa bulan sampai beberapa tahun.

Berbagai debu dan zat ditempat kerja dapat menimbulkan asma kerja. Zat itu dapat berasal dari :

- Tumbuh-tumbuhan : tepung gandum, debu kayu, kopi, buah jarak
- Binatang : binatang pengerat, anjing, kucing, kutu gandum, ulat sutra, kerang
- Zat kimia : isosianat, garam platina, khrom
- Enzim : tripsin, papain
- Obat-obatan : piperadin, tetrasiklin, penisilin sitetik

Pada individu keluhan asma timbul setelah bekerja sampai 5 (lima) tahun atau lebih.

c. Kanker Paru

Mekanisme terjadinya kanker paru akibat paparan zat belum diketahui secara tuntas. Para ahli sepakat bahwa ada 2 (dua) stadium terjadinya kanker karena bahan karsinogen. Dimulai dari induksi DNA sel target oleh bahan

karsinogen sehingga menimbulkan mutasi sel, kemudian terjadi peningkatan multiplikasi sel yang merupakan manifestasi penyakit.

Zat yang bersifat karsinogen dan dapat menimbulkan kanker paru antara lain adalah asbes, uranium, arsen, nikel, khrom, pembakaran arang, radio aktif dan batu bara. Pekerja yang berhubungan dengan zat-zat tersebut dapat menderita kanker paru setelah paparan yang lama, yaitu antara 5-25 tahun. Pekerja yang terkena adalah mereka yang bekerja di tambang, pabrik, tempat penyulingan dan industri kimia.

2.2.4 Pengobatan dan Pencegahan

Tidak ada pengobatan spesifik dan efektif pada penyakit paru yang disebabkan oleh debu industri. Penyakit biasanya memberikan gejala bila kelainan telah lanjut. Pengobatan umumnya bersifat simptomatis, yaitu mengurangi gejala.

Obat lain yang diberikan bersifat suportif. Tindakan pencegahan merupakan tindakan yang paling penting pada penatalaksanaan penyakit paru akibat debu industri.

Berbagai tindakan pencegahan perlu dilakukan untuk mencegah timbulnya penyakit atau mengurangi laju penyakit. Perlu diketahui apakah pada suatu industri atau tempat kerja ada zat-zat yang dapat menimbulkan kelainan pada paru. Kadar debu pada tempat kerja diturunkan serendah mungkin dengan memperbaiki teknik pengolahan bahan, misalnya pemakaian air untuk mengurangi debu yang berterbangan. Bila kadar debu

tetap tinggi pekerja diharuskan memakai alat pelindung. Pemeriksaan faal paru dan radiology sebelum seorang menjadi pekerja dan pemeriksaan secara berkala untuk deteksi dini kelainan yang timbul. Bila seseorang telah menderita penyakit, memindahkan ke tempat yang tidak terpapar mungkin dapat mengurangi laju penyakit.

2.3 Sistem pernapasan

Sistem pernapasan ikut berperan dalam homeostasis dengan mempertukarkan O_2 dan CO_2 antara atmosfer dan darah. Darah mengangkut O_2 dan CO_2 antara system pernapasan dan jaringan.(Lauralee Sherwood,2001).

2.3.1 Respirasi

Proses respirasi dapat dibagi menjadi 2 (dua) yaitu: respirasi internal dan respirasi eksternal.

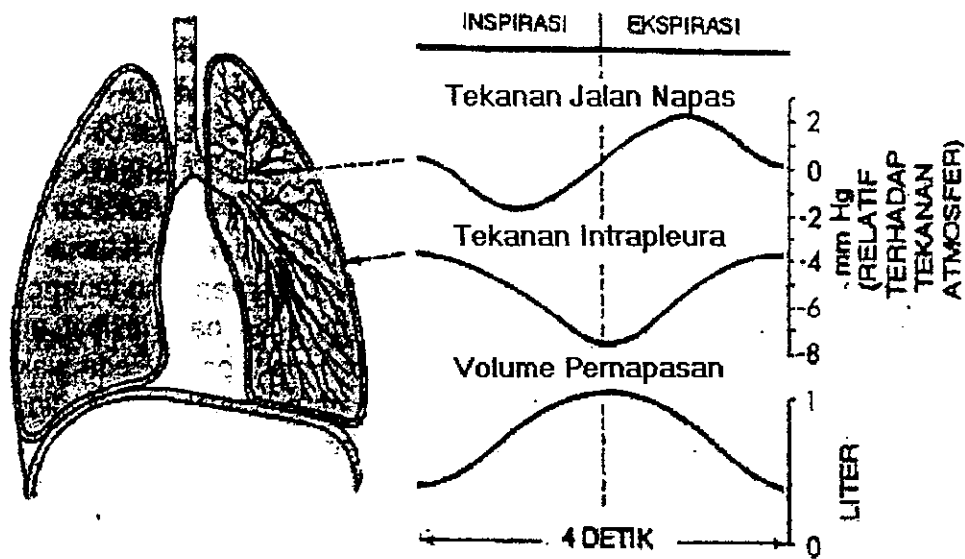
1. Respirasi internal mengacu pada proses metabolisme intrasel yang berlangsung di dalam mitokondria, yang menggunakan O_2 dan menghasilkan CO_2 selama penyerapan energi dari molekul nutrien.
2. Respirasi eksternal mengacu keseluruhan rangkaian kejadian yang terlibat dalam pertukaran O_2 dan CO_2 antara lingkungan eksternal dan sel tubuh.

Sistem pernapasan juga melakukan fungsi non respirasi seperti antara lain

1. Menyediakan jalan untuk mengeluarkan air dan panas, udara atmosfer yang dihirup dilembabkan dan dihangatkan oleh jalan napas sebelum udara tersebut dikeluarkan.
2. Meningkatkan aliran balik vena.
3. Berperan dalam memelihara kesinambungan asam basa normal dengan mengubah jumlah CO_2 penghasil asam yang dikeluarkan.
4. Memungkinkan kita berbicara, menyanyi dan vokalisasi lain.
5. Mempertahankan tubuh dari masuknya bahan asing.
6. Mengeluarkan, memodifikasi, mengaktifkan, dan mengaktifkan berbagai bahan yang melewati sirkulasi paru.

2.3.2 Mekanika Respirasi

Udara cenderung bergerak dari daerah bertekanan tinggi ke daerah yang bertekanan rendah, yaitu menuruni gradien tekanan. Udara mengalir masuk dan keluar paru selama proses bernapas dengan mengikuti penurunan gradien tekanan yang berubah berselang seling antara alveolus dan atmosfer akibat aktivitas siklik otot-otot-pernapasan. Terdapat tiga tekanan berbeda yang penting pada ventilasi, lihat gambar dibawah ini :



Gambar 2.1 : Perubahan tekanan pada intrapleura dan intrapulmonal

a. Tekanan atmosfer (barometrik)

Adalah tekanan yang ditimbulkan oleh berat udara di atmosfer terhadap benda-benda di permukaan bumi. di permukaan laut, tekanan ini sama dengan 760 mmHg. Tekanan atmosfer berkurang seiring dengan penambahan ketinggian di atas permukaan. Laut karena kolom udara di atas permukaan bumi menurun. Dapat terjadi fluktuasi minor tekanan atmosfer akibat perubahan kondisi-kondisi cuaca (yaitu, pada saat tekanan barometric meningkat atau menurun).

b. Tekanan intra-alveolus

Tekanan intraalveolus juga dikenal dengan tekanan intra pulmonalis adalah tekanan di dalam alveolus. Karena alveolus berhubungan dengan atmosfer melalui saluran pernapasan, udara dengan cepat mengalir mengikuti penurunan gradien tekanan setiap kali terjadi perbedaan

antara tekanan intra-alveolus dan tekanan atmosfer, udara terus mengalir sampai tekanan keduanya mencapai keseimbangan (ekuilibrium).

c. Tekanan intrapleura

adalah tekanan di dalam kantung pleura. Tekanan ini juga dikenal sebagai tekanan intrathoraks yaitu tekanan yang terjadi di luar paru-paru di dalam rongga thoraks. tekanan intra pleura biasanya lebih kecil daripada tekanan atmosfer, rata-rata 756 mmHg saat istirahat. Seperti tekanan darah rendah yang dicatat dengan menggunakan tekanan atmosfer sebagai titik rujukan.

Alasan yang lebih penting mengapa paru mengikuti gerakan dinding dada adalah adanya gradien tekanan transmural yang melintasi dinding paru (trans berarti "*melintasi*" ; mural berarti "*melintasi "dinding"*"). Tekanan *intra-alveolus* yang setara dengan tekanan atmosfer sebesar 760 mmHg, lebih besar daripada tekanan *intrapleura* sebesar 756 mmHg, sehingga di dinding paru gaya yang menekan ke arah lebih besar daripada gaya yang menekan ke arah dalam. Perbedaan tekanan netto ke arah luar ini, yaitu gradien tekanan transmural, mendorong paru ke arah luar, meregangkan atau mengembangkan paru. Karena tekanan gradien inilah paru selalu terdorong untuk mengembang mengisi rongga thoraks.

Gradien tekanan transmural serupa juga terdapat di antara kedua sisi dinding thoraks. Tekanan atmosfer yang menekan dinding thoraks ke arah dalam lebih besar daripada tekanan intrapleura yang mendorong dinding tersebut keluar, sehingga dinding dada cenderung "*menciut*" atau

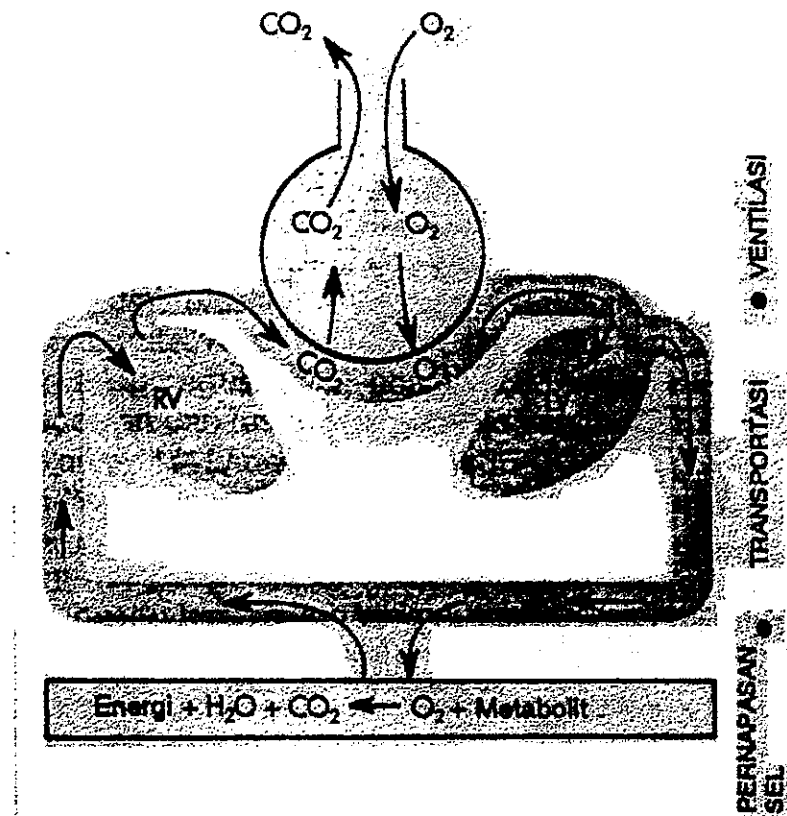
terkompresi dibandingkan dengan apa yang akan terjadi apabila dada tidak mengalami tekanan-tekanan tersebut. Namun, efek gradien tekanan transmural di dinding paru jauh lebih menonjol, karena jaringan paru yang mudah teregang jauh lebih terpengaruh oleh perbedaan tekanan yang sedang tersebut dibandingkan dengan dinding toraks yang lebih kaku.

Karena baik dinding paru maupun dinding dada tidak berada dalam posisi alami mereka sewaktu keduanya berhadapan erat satu sama lain, keduanya terus menerus berusaha mencapai dimensi-dimensi inhesi mereka. Paru yang teregang cenderung tertarik ke arah dalam menjauhi dinding dada, sementara dinding dada yang tertekan cenderung bergerak ke arah luar menjauhi paru. Namun, gradien tekanan transmural dan kohesivitas cairan intrapleura mencegah kedua struktur tersebut saling menjauhi, kecuali sedikit. Walaupun demikian, pengembangan rongga pleura yang kecil ini saja cukup untuk menyebabkan penurunan tekanan di dalam rongga ini sebesar 4 mmHg, sehingga tekanan intrapleura berada dalam tekanan subatmosfer sebesar 756 mmHg.

2.3.3 Pertukaran Gas

Tujuan akhir bernapas adalah secara terus menerus Menyediakan pasokan O_2 segar untuk diserap oleh darah dan mengeluarkan CO_2 dari darah. Darah berfungsi sebagai sistem transportasi untuk O_2 dan CO_2 antara paru dan jaringan, dengan sel jaringan mengekstrasi O_2 dari darah dan

mengeliminasi CO_2 ke dalamnya. Secara visual dapat dilihat gambar sebagai berikut :



----- Gambar 2.2: sirkulasi pertukaran gas dalam paru

Pertukaran gas di tingkat kapiler paru dan kapiler jaringan terjadi melalui difusi pasif sederhana O_2 dan CO_2 mengikuti gradien tekanan parsial. Tidak terdapat mekanisme transportasi aktif bagi kedua gas tersebut. Udara atmosfer normal yang kering adalah campuran gas-gas yang mengandung sekitar 79 % nitrogen (N_2) dan 21 % O_2 dengan persentase CO_2 , uap H_2O , gas lain dan polutan hampir dapat diabaikan. Secara bersama-sama, gas-gas ini menghasilkan tekanan total sebesar 760 mmHg pada ketinggian permukaan laut. Tekanan total ini setara dengan jumlah

tekanan setiap gas dalam campuran tersebut. Tekanan yang ditimbulkan oleh gas tertentu berbanding lurus dengan prosentase gas tersebut dalam campuran udara total. Setiap molekul gas berapa pun ukurannya, menimbulkan besar tekanan yang sama ; sebagai contoh sebuah molekul N_2 menimbulkan tekanan yang sama besarnya dengan yang ditimbulkan oleh sebuah molekul O_2 . Karena 79 % udara terdiri dari molekul N_2 , 79 % dari 760 mmHg tekanan atmosfer.

2.3.4 Fungsi Jalan Pernapasan

1. Fungsi Hidung

Karena udara melintasi hidung, maka tiga fungsi berbeda dilakukan oleh cavum nasi yaitu :

1. Udara dihangatkan oleh permukaan konka dan septum yang luas.
2. Udara dilembapkan sampai jumlah besar juga sebelum ia melewati hidung.
3. Udara disaring oleh rambut dan jauh lebih banyak oleh presipitasi partikel di atas konka.

Ketiga fungsi ini biasanya dinamakan fungsi "*air conditioning*" jalan pernapasan atas. Biasanya kenaikan udara tak melebihi 2-3 % suhu tubuh dan dalam 2-3 % saturasi jenuh uap air sebelum ia mencapai trakea bagian bawah.

Bila seseorang bernapas melalui suatu tabung langsung ke dalam trakeanya, maka pendinginan dan terutama pengeringan yang berpengaruh dalam bagian bawah paru, dapat menyebabkan infeksi paru.

2. Refleks batuk

Refleks batuk penting untuk kehidupan, karena batuk merupakan cara jalan ke paru dipertahankan bebas dari benda asing. Bronkus dan trakea begitu sensitive sehingga tiap benda asing atau penyebab iritasi lain memulai refleks batuk. Biasanya udara yang bergerak cepat membawa benda asing yang terdapat di dalam bronkus dan trakea.

3. Karena Kerja Silia untuk Membersihkan Saluran Pernapasan

Di samping mekanisme batuk, saluran udara trakea dan paru dilapisi oleh epitel berlapis mucus bersilia yang membantu membersihkan saluran tersebut, karena silia bergetar ke arah faring dan menggerakkan mucus. Seperti suatu lembaran yang mengalir terus menerus. Jadi partikel asing kecil dan mucus digerakkan dengan kecepatan 1 cm / menit. Benda asing di dalam saluran hidung juga dimobilisasikan ke faring.

2.4 Penyakit Paru Akibat Kerja

2.4.1 Mekanisme Penimbunan Debu dalam Jaringan Paru

Secara garis besar ada tiga faktor yang berpengaruh pada inhalasi bahan pencemar ke dalam paru, yaitu :

- Faktor fisik : keadaan dari bahan yang diinhalasi seperti : gas, debu dan uap. Ukuran dan bentuk akan berpengaruh dalam proses penimbunan di paru ; disamping juga kelarutan dan hidroskopis.
- Faktor kimia : kecenderungan untuk bereaksi dengan jaringan di sekitarnya, baik bersifat asam ataupun basa. Bahan-bahan tersebut dapat menimbulkan fibrosis yang luas di paru dan bersifat antigen yang masuk ke paru.
- Faktor penjamu : berkaitan dengan system paru, baik secara anatomis maupun fisiologis, lama paparan dan kerentanan individu.

Lama paparan dan kerentanan individu yang terpapar perlu diperhatikan. Partikel-partikel debu yang berukuran lebih dari 15 μ tersaring keluar pada saluran napas bagian atas. Partikel 5-15 μ tertangkap pada mukosa saluran yang lebih rendah masuk ke laring. Bila partikel ini mengiritasi saluran napas atau melepaskan zat – zat yang merangsang respon imun, dapat menimbulkan penyakit pernapasan seperti bronchitis.

2.4.2 Deteksi Dini Kelainan Paru Akibat Kerja

1. Riwayat Medis, Pekerjaan dan Pemeriksaan Fisik

Riwayat penelitian sangat penting dalam memperkirakan lingkungan pekerjaan sebagai faktor yang menimbulkan paparan pada penderita. Pertanyaan pada pekerja-pekerja spesifik, termasuk kontaminasi bahan-bahan toksik, penggunaan alat-alat proteksi pernapasan dan ventilasi ruang kerja. Serta jumlah pekerja yang potensial terpapar.

Pada pemeriksaan fisik akan didapatkan keluhan iritasi saluran pernapasan bagian atas seperti : bersin-bersin, iritasi mata, hidung dan gambaran trakeobronchitis. Tanda-tanda sistemik dapat berupa mual, muntah, sakit kepala dan kadang-kadang demam.

2. Uji Fungsi Paru

Fungsi paru yang utama adalah untuk proses respirasi yaitu pengambilan oksigen dari udara luar masuk ke dalam saluran napas dan selanjutnya ke dalam darah. Oksigen digunakan untuk proses metabolisme dan karbondioksida yang terbentuk dikeluarkan dari dalam darah ke udara luar.

Proses respirasi di bagi 3 tahap utama yaitu :

- a. Proses ventilasi : proses keluar dan masuknya udara ke dalam paru serta keluarnya CO_2 dari alveoli ke udara luar .
- b. Proses difusi : proses perpindahan oksigen dari alveoli ke dalam darah serta keluarnya CO_2 dari darah ke alveoli.
- c. Proses perfusi : proses distribusi darah yang telah teroksigenasi di dalam paru untuk dialirkan ke seluruh tubuh.

Kelainan ventilasi yang biasa terjadi adalah : Restriksi dan Obstruksi.

- Restriksi adalah : keterbatasan pengembangan paru yang ditandai dengan berkurangnya volume paru.
- Obstruksi adalah : perlambatan atau gangguan kecepatan aliran udara yang masuk atau keluar dari dalam paru.

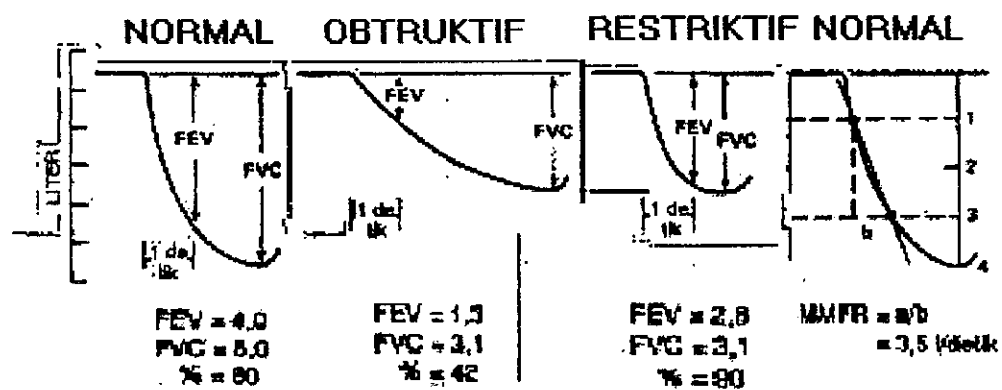
Keadaan fungsi paru ini dapat dimulai atau diukur dengan pemeriksaan spirometri. Pemeriksaan spirometri adalah pemeriksaan untuk mengukur volume paru pada keadaan statis dan dinamis seseorang dengan alat spirometer.

Pemeriksaan fungsi paru dilakukan sebagai berikut :

(Hadiarto Mangunegoro, 1993)

- a. *Vital Capacity (VC)* : volume udara maksimal yang dapat dihembuskan setelah inspirasi yang maksimal.
- b. Ada dua macam kapasitas vital berdasarkan cara pengukurannya, yaitu :
- c. *Vital Capacity (VC)* : disini penderita tidak perlu melakukan aktivitas pernapasan dengan kekuatan penuh.
- d. *Forced Vital Capacity (FVC)* : pemeriksaan dilakukan dengan kekuatan maksimal.

Perbandingan hasil pemeriksaan antara orang normal dan kelainan berdasarkan data pengukuran dapat dilihat pada gambar dibawah ini :



Gambar 2.3 : Perbandingan hasil pengukuran FVC dan FEV pada paru normal dan gangguan

Pada orang normal tidak ada perbedaan antara VC dan FVC, sedangkan pada keadaan adanya kelainan obstruksi, terdapat perbedaan antara VC dan FVC.

– *Forced Expiratory Volume in One Second (FEV₁)* :

Besar volume udara yang dikeluarkan selama 1 detik pertama. Lama ekspirasi pada orang normal berkisar antara 4 – 5 detik. Pada detik pertama, orang normal dapat mengeluarkan hawa pernapasan sebesar 80% dari VCnya. Apabila FEV₁ / FVC kurang dari 75% berarti abnormal.

– *Peak Expiratory Flow Rate (PEFR)* :

Merupakan “flow” maksimal yang dihasilkan oleh sejumlah volume tertentu. PEFR menggambarkan keadaan saluran pernapasan. PEFR yang menurun berarti adanya hambatan pada aliran udara di saluran pernapasan.

3. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Terjadinya Gangguan Fungsi Paru Akibat Kerja

Lingkungan kerja sering mengandung bermacam-macam bahan yang berbahaya bagi kesehatan terutama pada gangguan fungsi paru baik bersifat kimia, fisis, biologis dan psikososial. Bahan – bahan tersebut antara lain bermacam-macam debu yang berpotensi menimbulkan pneumoconiosis, bahan-bahan organik seperti, kalogen hidrokarbon, keton

serta bermacam-macam gas seperti asam sianida, asam sulfida dan karbon monoksida.

Faktor-faktor yang mempengaruhi terjadinya gangguan fungsi paru akibat kerja tergantung pada :

1. Sifat fisik

- Keadaan fisik : partikel padat, kabut, uap, asap.
- Ukuran dan densitas
- Bentuk
- Kelarutan
- Higroskopis
- Muatan listrik

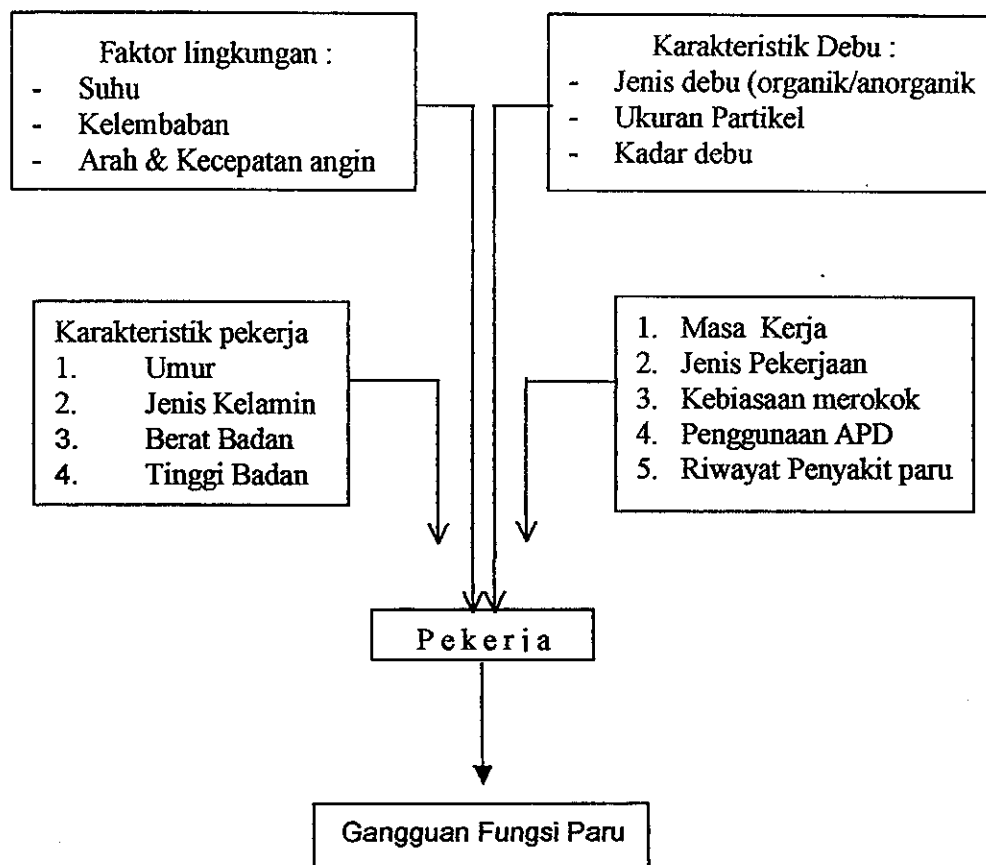
2. Sifat Kimia

- Asam dan basa
- Kecenderungan untuk bergabung dengan zat kimia lain di paru dan jaringan.
- Fibrogenesis
- Antigenesis

3. Faktor penjamu : genetik, lingkungan, didapat :

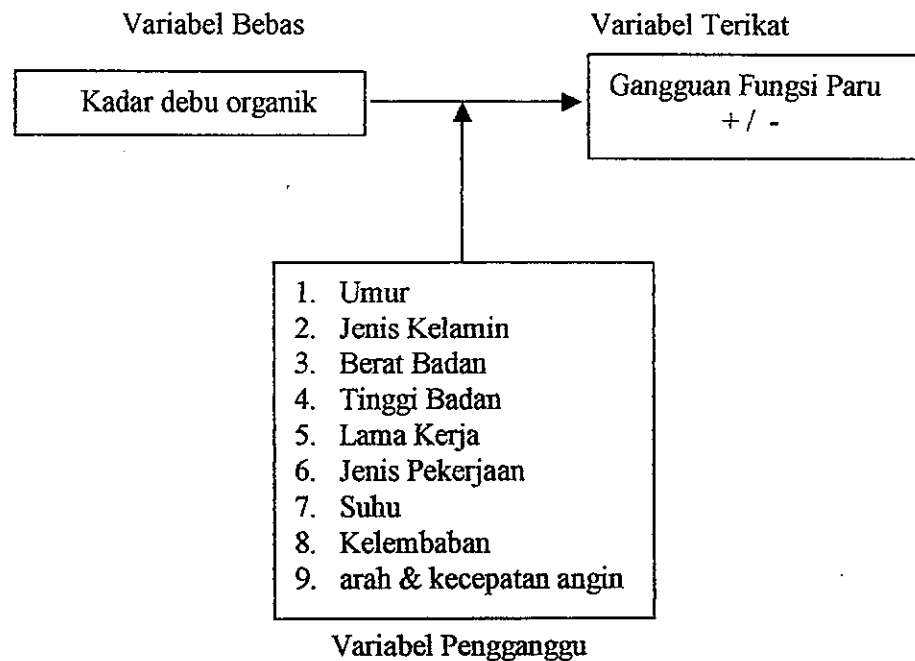
- Daya pertahanan paru
- Faktor anatomi dan fisiologi
- Keadaan imunologi

2.5 Kerangka Teori



Gambar 2.4 : Kerangka teoritis terjadinya gangguan fungsi paru

2.6 Kerangka Konsep



Gambar 2.5 : Hubungan antar variabel penelitian

2.8. Hipotesis

1. Ada pengaruh faktor risiko kadar debu organik di udara terhadap gangguan fungsi paru.
2. Ada pengaruh faktor risiko umur pekerja terhadap gangguan fungsi paru
3. Ada pengaruh faktor risiko masa kerja pekerja terhadap gangguan fungsi paru
4. Ada pengaruh faktor risiko jenis pekerjaan terhadap gangguan fungsi paru
5. Ada pengaruh faktor risiko penggunaan Alat Pelindung Diri terhadap gangguan fungsi paru

6. Ada pengaruh faktor risiko Kebiasaan Merokok terhadap gangguan fungsi paru
7. Ada pengaruh faktor risiko Riwayat pernah mengidap penyakit paru terhadap gangguan fungsi paru

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan jenis penelitian analitik yang bersifat eksplanatori. Dalam penelitian ini mengambil data dari responden dengan metode survei dan menggunakan pendekatan secara cross sectional. Dalam bentuk paling sederhana survei seperti ini dilakukan untuk menguji suatu hipotesis bahwa suatu faktor penyebab akan berkaitan dengan suatu faktor khusus akibat, dengan mengukur pemaparan tiap individu oleh faktor penyebab terhadap faktor akibat yang terjadi pada individu (Abrahamson, 1991).

3.2 Populasi dan Sampel

Sebagai populasi adalah para pekerja pada industri penggilingan padi di Kabupaten Demak, sejumlah 85 orang, baik pekerja laki-laki ataupun perempuan. Sample penelitian diambil dengan cara simple random sampling. Besarnya sample menurut Stanley Lemeshow dkk (1997) diperoleh dengan rumus sebagai berikut :

$$n = z^2 \frac{pq}{d^2} \qquad nf = \frac{n}{1 + \frac{n}{N}}$$

Keterangan :

- p = Proporsi perkiraan pekerja yang fungsi paru normal = 50 %
- q = Proporsi perkiraan pekerja yang memiliki gangguan fungsi paru
- N = Besarnya populasi pekerja penggilingan padi (N = 85)

n = besarnya sampel

d = degree of precision = 0,1

z = confidence coefficient 95 % ($z = 1,96$)

nf = minimal sample side

Dengan hasil perhitungan sebagai berikut :

$$N = \frac{3,84 (0,25)}{0,01} = 96$$

$$nf = \frac{96}{1 + \frac{96}{85}} = 45$$

Sebagai responden adalah sampel terpilih dengan menggunakan rumus tersebut di atas. Dari hasil perhitungan didapatkan sample pekerja sejumlah 45 responden.

3.3 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilakukan di industri penggilingan padi di Kabupaten Demak dengan skala industri yang modern, menengah dan industri kecil (tradisional). Pelaksanaan penelitian direncanakan pada bulan April sampai dengan Juni 2003, yang dibantu dengan Tim dari Hiperkes dan Dinas Pertanian dan Pertanaman Pangan Demak.

3.4 Definisi Operasional

Dalam penelitian ini terdapat beberapa definisi operasional variabel yang ada dalam penelitian ini antara lain :

1. Kadar Debu Organik

Yaitu jumlah besarnya partikel – partikel zat padat yang dihasilkan dalam proses penggilingan padi dalam ruangan kerja, variasi konsentrasi / kadar disebabkan oleh beberapa faktor, nilai kadar dalam satuan mg/m^3 , diukur dengan menggunakan alat Dust Sampler. Hasil pengukuran dibandingkan dengan standar Nilai Ambang Batas debu organik udara ($4,3 \text{ mg/m}^3$).

skala : Nominal

\geq Nilai Ambang Batas

$<$ Nilai Ambang Batas

2. Umur

Yaitu lamanya Pekerja penggilingan padi hidup yang dihitung sejak orang tersebut lahir sampai pada waktu dilakukan penelitian ini. Dalam satuan tahun, data didapatkan dengan cara observasi data diri (Kartu tanda Penduduk, Surat Izin Mengemudi, Ijazah).

skala rasio.

3. Jenis Kelamin

Yaitu keadaan kelamin pekerja (pria / wanita). Data didapat dengan melakukan cara observasi data diri (Kartu tanda Penduduk, Surat Izin Mengemudi, Ijazah).

skala nominal.

4. Masa Kerja

Yaitu waktu Pekerja penggilingan padi bekerja pada penggilingan padi yang dihitung pada saat ia mulai bekerja sampai dengan sekarang, dalam satuan tahun, data didapat dengan observasi data kepegawaian Industri Penggilingan padi se -

setempat, selanjutnya dikategorikan menjadi masa kerja baru dan lama.

Skala : nominal

Pengukuran : observasi dokumen

5. Jenis Pekerjaan

Yaitu kegiatan selama jam kerja yang dilakukan sehari – hari oleh pekerja sesuai dengan bidang / bagian yang dikerjakan, data didapat dengan observasi ke tempat kerja pekerja di Industri Penggilingan padi setempat.

Diukur dengan skala nominal.

6. Gangguan Fungsi Paru

Yaitu kondisi fungsi paru yang dialami oleh Pekerja penggilingan padi dinilai dengan menggunakan parameter prosentase *Forced Vital Capacity* (FVC), dan *Force Expiratory Volume in One Second* (FEV₁) per FVC

Untuk penyajian data dilakukan kategori Fungsi Paru :

- a). Fungsi paru Normal : % Prediksi FVC ≥ 75 %
FEV₁ / FVC ≥ 75 %

b). Gangguan Restriksi :

Gangguan restriksi ringan = % Prediksi FVC 60 % – 74,9 %

Gangguan restriksi sedang = % Prediksi FVC 45 % - 59,9 %

Gangguan restriksi berat = % Prediksi FVC < 45 %

c). Gangguan Obtruksi :

Gangguan Obtruksi ringan = FEV1 / FVC 60 % – 74,9 %

Gangguan Obtruksi Sedang = FEV1 / FVC FVC 45 %-59,9 %

Gangguan Obtruksi Berat = FEV1 / FVC FVC < 45 %

Selanjutnya dikategorikan menjadi sakit dan tidak sakit

Skala : Nominal

Pengukuran : menggunakan spirometer.

7. Berat badan

Yaitu berat tubuh Pekerja penggilingan padi yang diukur pada waktu penelitian dengan menggunakan timbangan. Satuan Kg skala rasio.

8. Tinggi Badan

Yaitu ukuran Pekerja penggilingan padi yang diukur dalam kondisi tegap dari pangkal telapak kaki sampai ke ubun-ubun kepala. Diukur dengan menggunakan meteran, satuan dalam satuan cm skalanya rasio.

9. Kebiasaan merokok

Yaitu kebiasaan Pekerja menghisap atau tidak menghisap rokok.

Skala : Nominal

cara pengumpulan data : dengan melakukan wawancara pada responden dengan menggunakan kuesioner terstruktur.

10. Riwayat menderita penyakit Paru

Yaitu yaitu pernah atau tidak pernah menderita penyakit paru, termasuk flu, asma, bronkhitis, TBC atau penyakit paru lainnya,

Skala : nominal

cara pengumpulan data : dengan melakukan wawancara pada responden dengan menggunakan kuesioner terstruktur.

11. Kadar debu

yaitu jumlah atau konsentrasi debu di udara ruang kerja dalam $\mu\text{gr}/\text{m}^3$ kemudian dikategorikan menjadi $< \text{NAB}$ dan $\geq \text{NAB}$, $\text{NAB} = 4 \text{ mgr}/\text{m}^3$

skala : Nominal

Pengukuran : dengan menggunakan *dust sampler*.

12. Suhu

Adalah suhu di dalam ruang kerja karyawan yang diukur pada 5 titik yakni pada tiap pojok ruang dan tengah ruangan

Skala : Interval

Pengukuran : dengan menggunakan termometer ruang

13. Kelembaban

Adalah kelembaban ruangan kerja yang diukur pada 5 titik yakni pada tiap pojok ruang dan tengah ruangan

Skala : Ratio

Pengukuran : dengan menggunakan termometer basah

3.5 Instrumen Penelitian

3.5.1 Alat pengumpulan data

Pengumpulan data dari pekerja sebagai disusun kuesioner terstruktur (terlampir), pengambilan data debu organik di udara digunakan *dust sampler*, sedangkan data fungsi paru pekerja digunakan spirometer.

3.5.2 Pelaksanaan Penelitian

- Mempersiapkan materi, lokasi, pekerja yang akan diambil sebagai data dan sampel.
- Pemeriksaan pendahuluan terhadap kadar debu organik saat proses penggilingan padi berlangsung di lingkungan kerja.
- Pemeriksaan fungsi paru pada pekerja.
- Melaksanakan wawancara dan mengisi kuesioner yang telah disediakan tentang karakteristik pekerja sebagai data pendukung.

3.5.3 Cara Pengumpulan Data

Secara garis besar, variabel / data yang akan diambil dan cara pengambilannya sebagai berikut :

- Pengukuran kadar debu organik di lingkungan kerja.

Metode pengambilan : dengan High Volum Sampler (HVS)

- Cara Pengambilan : diambil pada 3 titik di lingkungan kerja sebanyak 1 kali yaitu pada saat proses berlangsung dan dilakukan di tiga lokasi yang berbeda.

3.5.4 Pengolahan Data

Pengolahan data yang dilakukan dengan komputer yang meliputi analisa:

a. Univariat

Hasil penelitian akan dideskripsikan dengan menggunakan tabel distribusi frekuensi dan analisa presentase.

b. Bivariat.

Untuk mengetahui pengaruh masing masing variabel independen terhadap variabel dependen dengan menggunakan regresi linier sederhana. Sedangkan tabel silang untuk mengetahui distribusi frekuensi antara variabel/subvariabel yang akan dianalisa. Prosedur pengolahan dilakukan :

1. Uji pengaruh Kadar Debu Organik dengan gangguan Fungsi paru.

- a. Menentukan kadar debu organik pada lokasi area tempat kerja responden (mg/m^3), dengan High Volume Sampler (HVS).
- b. Menentukan gangguan fungsi paru dengan membandingkan nilai FEV1 dan FVC dengan cara spiro analyzer ST-250.
- c. Menguji pengaruh antara kadar debu organik dengan gangguan fungsi paru, menggunakan *Chi Square Test*.

2. Prosedur untuk menentukan Rasio Prevalensi

a. Membuat variabel bebas dan variabel terikat menjadi dikotomis.

- 1) Variabel bebas : Paparan debu organik rendah $< 3,95 \text{ mg}/\text{m}^3$
Paparan debu organik tinggi $\geq 3,95 \text{ mg}/\text{m}^3$
- 2) Variabel Terikat : Fungsi paru normal (% Prediksi FVC $\geq 75\%$)

UPT-PUSTAK-UNDIP

Fungsi paru tidak normal (% Prediksi FVC < 75%)

Fungsi paru normal (FEV1 / FVC \geq 75%)

Fungsi paru tidak normal (FEV1 / FVC < 75%)

b. Membuat tabel 2 x 2

		FUNGSI PARU		
PAPARAN KADAR DEBU ORGANIK		TIDAK NORMAL	NORMAL	JUMLAH
	TINGGI	A	B	A + B
	RENDAH	C	D	C + D

$$\text{Ratio Prevalensi (RP)} = A / A + B : C / C + D$$

Menurut Azwar (1999) Interpretasi hasil Faktor Risiko dengan menggunakan tabel 2 x 2 adalah sebagai berikut :

- Jika nilai rasio prevalen = 1, berarti paparan kadar debu organik pada lingkungan industri penggilingan padi di Kabupaten Demak bukan merupakan faktor resiko untuk terjadinya gangguan fungsi paru pada karyawan.
- Jika nilai rasio prevalensi > 1, berarti paparan kadar debu organik pada lingkungan industri penggilingan padi di Kabupaten Demak merupakan faktor resiko untuk terjadinya gangguan fungsi paru pada karyawan.
- Jika nilai rasio prevalen < 1, berarti paparan kadar debu organik pada lingkungan industri penggilingan padi di kabupaten Demak merupakan faktor proaktif untuk terjadinya gangguan fungsi paru pada karyawan.

c. Analisis Multivariat

Analisis Multivariat dilakukan dengan menggunakan regresi logistik dengan metode *enter* untuk mengetahui pengaruh masing – masing variabel / sub variabel yang dilakukan secara bersama – sama, dengan rumus sebagai berikut (Santoso, 2000):

$$p = \frac{1}{1 + e^{-\{a + b_1X_1 + b_2X_2 + \dots + b_kX_k\}}}$$

Keterangan:

P : Probabilitas terjadinya gangguan fungsi paru pada pekerja penggi-lingan padi di Kabupaten Demak, 2003

a : Nilai konstan

b : Nilai Variabel

X : Variabel yang diteliti

Berdasarkan hasil analisis multi variat dapat menentukan variabel mana yang mempunyai pengaruh dan seberapa besar pengaruhnya terhadap kejadian Gangguan Fungsi paru pada pekerja industri penggilingan padi di Kabupaten Demak.

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Gambaran Umum Daerah Penelitian

Menurut data BPS Kabupaten Demak (2001), Kabupaten Demak adalah salah satu kabupaten di Jawa Tengah yang terletak pada koordinat $6^{\circ} 43'26'' - 7^{\circ} 09' 43''$ Lintang Selatan dan $110^{\circ} 27' 58'' - 110^{\circ} 48'47''$ Bujur Timur dengan batas – batas :

Di sebelah utara	: Kabupaten Jepara
Di sebelah timur	: Kabupaten Kudus dan Grobogan
Di sebelah selatan	: Kabupaten Grobogan dan Semarang
Di sebelah barat	: Kabupaten Semarang
Jarak dari barat ke timur	: 49 km
Jarak dari utara ke selatan	: 41 km

Mata pencaharian penduduk Kabupaten Demak sebagian besar adalah petani, oleh karena itu menurut Kantor Dinas Pertanian dan Penanaman padi Kabupaten Demak, kabupaten ini memiliki 333 unit usaha penggilingan padi dengan kapasitas penggilingan sebesar 463.890 ton/tahun, dengan periode panen 2 – 3 kali per tahun.

Ditinjau dari aspek suhu, kelembaban dan kecepatan angin, Industri penggilingan padi yang menjadi objek penelitian ini memiliki suhu, kelembaban dan pencahayaan dalam kategori yang sama, data selengkapnya adalah sebagai berikut :

Tabel 4.2 : Distribusi data suhu, kelembaban dan kecepatan angin pada Industri Penggilingan Padi di Kabupaten Demak, 2003

No	Ruang Kerja	Suhu		kelembaban		Kecepatan angin	
		Nilai	Kategori	Nilai	Kategori	Nilai	Kategori
1	Bag. Slep	28	Sedang	81	Sedang	5,2 m	Sedang
2	Bag. Pecah kulit	27	Sedang	82	Sedang	5.8 m	Sedang
3	Bag. Ayakan	26.5	Sedang	80.7	Sedang	4.7 m	Sedang

Sumber : Data primer yang diolah

Menurut Santoso (2000) apabila variabel relatif homogen maka variabel tersebut dapat diabaikan. Oleh karena itu dalam analisis hasil penelitian, ketiga faktor tersebut dapat diabaikan.

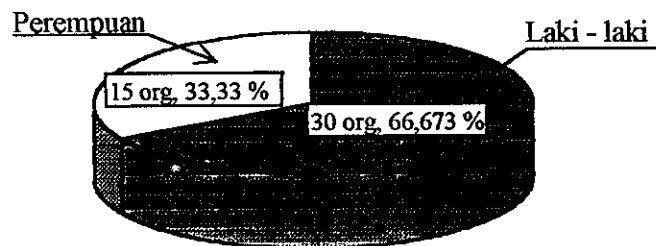
Data suhu, kelembaban dan kecepatan angin tersebut diatas ditunjang oleh ventilasi bangunan penggilingan secara umum terbuat dari jendela kayu, anyaman kawat atau jeruji besi dan roster. Luas ventilasi diperkirakan telah memenuhi persyaratan yakni $\pm 10 \%$ dari luas lantai. Sehingga diharapkan dapat mendukung suasana kerja di dalam ruangan bangunan tersebut. Sedangkan pembuangan limbah sekam dilakukan melalui cerobong pembuangan dengan kontruksi miring dengan ketinggian 4 – 5 meter di salurkan ke bagian luar bangunan dengan tempat tersendiri.

4.3. Karakteristik Respondan dan analisis bivariat

4.3.1 Karakteristik Responden

Adapun karakteristik responden dalam penelitian ini meliputi : umur, jenis kelamin, Berat Badan, tinggi badan, dan masa kerja, jenis pekerjaan. Karakteristik ini merupakan variabel pengganggu selain ventilasi bangunan penggilingan. Data variabel penelitian dan karakteristik responden lain dikumpulkan melalui wawancara adalah : pengukuran tinggi badan, berat badan dan pengukuran fungsi paru. Dari 85 orang yang bekerja di penggilingan padi, di ambil 45 orang pekerja sebagai sampel penelitian ini. Penetapan sampel dilakukan secara *Simple Random Sampling* (Lemeshow, 1997). Adapun data – data yang dikumpulkan adalah sebagai berikut :

a. Karakteristik responden menurut jenis kelamin



Gambar 4.1 : Distribusi data menurut jenis kelamin pekerja pada Industri penggilingan padi di Kabupaten Demak, 2003

Berdasarkan *piegram* tersebut diatas, distribusi data responden menurut umur terdiri dari 66,67 % laki – laki dan 33,33 % perempuan.

b. Karakteristik Responden menurut Tingkat pendidikan

Tabel 4.3. : Distribusi faktor risiko tingkat pendidikan Pekerja Industri Penggilingan Padi di Kabupaten Demak, 2003

No.	Pendidikan	n	%
1.	Tidak tamat SD / sederajat	5	11,1
2.	Tamat SD / sederajat	21	46,7
3.	Tamat SLTP	11	24,4
4.	Tamat SLTA	8	17,8
5.	Tamat Perguruan Tinggi	-	-

Dari tabel 4.2 tersebut diatas, terlihat bahwa dapat diketahui bahwa tingkat pendidikan responden relatif masih rendah, karena tingkat pendidikan responden terbanyak adalah tamat SD / sederajat (46,7 %), selanjutnya adalah tamat SLTP (24,4 %), tamat SLTA (17,8 %) dan tidak tamat SD/sederajat (11,1 %).

c. Karakteristik responden menurut umur

Sedangkan distribusi responden menurut umur adalah :

Tabel 4.4. Distribusi data menurut faktor risiko umur pada Pekerja Industri Penggilingan Padi di Kabupaten Demak, 2003

No.	Umur	n	%
1.	≤ 30 Tahun	11	24,4
2.	31 – 39 tahun	20	44,4
3.	40 – 49 tahun	10	22,2
4.	≥ 50 tahun	4	9,0
	Mean	36,47 tahun	
	SD	8,48 tahun	

Data pada tabel 4.3 tersebut diatas, menunjukkan bahwa umur responden membentuk kurva yang agak miring ke kiri, dengan kelompok

umur terbanyak adalah 31 – 39 tahun (44,4 %), disusul kelompok umur \leq 30 Tahun (24,4 %). Hal ini memberikan makna bahwa ditinjau dari sisi umur, responden umumnya masih pada kategori usia produktif yakni masih pada kelompok usia 17 – 45 tahun (Sayogyo, 1996).

d. Karakteristik responden menurut tinggi badan

Adapun distribusi responden menurut tinggi badan adalah :

Tabel 4.5. : Distribusi data menurut faktor risiko tinggi badan, pada Pekerja Industri Penggilingan Padi di Kabupaten Demak, 2003

No.	Tinggi badan (cm)	n	%
1.	140 - 144	3	6,7
2.	145 - 149	5	11,1
3.	150 - 154	1	2,2
4.	155 - 159	11	24,4
5.	160 - 164	11	24,4
6.	165 - 169	10	22,2
7.	170 - 174	4	8,9
Mean		159 cm	
SD		8,30 cm	

Data pada tabel 4.4 tersebut menunjukkan bahwa distribusi responden menurut tinggi badan umumnya ada pada tinggi badan antara 150 – 169 cm, berturut turut 155 – 159 (24,4 %), 160 – 164 (24,4 %), dan 165 – 169 (22,2 %). data ini dengan tanpa membedakan jenis kelamin responden.

e. Karakteristik responden menurut berat badan

Bila ditinjau dari sisi berat badan, range berat badan pekerja dikelompokkan dengan rentang 5 kg, dari hasil pengelompokan mayoritas responden berada antara 50 - sampai dengan 64 kg, yakni 50 – 54 kg (20 %), 55 – 59 kg (24,4 %) dan 60 – 64 kg (26,7 %). Secara detail dapat dilihat pada tabel sebagai berikut :

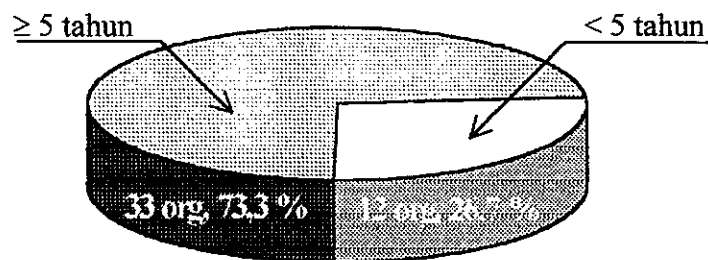
Tabel 4.6. : Distribusi data menurut faktor risiko berat badan, pada Pekerja Industri Penggilingan Padi di Kabupaten Demak, 2003

No.	Berat badan (kg)	n	%
1.	≤44	2	4,4
2.	45 - 49	4	8,9
3.	50 - 54	9	20,0
4.	55 - 59	11	24,4
5.	60 - 64	12	26,7
6.	65 - 69	4	8,9
7.	≥70	2	4,4
Mean		56,91 kg	
SD		8,51 kg	

Dari data pada tabel 4.5 tersebut diatas diketahui bahwa range berat badan mayoritas responden berada antara 50 - sampai dengan 64 kg, yakni 50 – 54 kg (20 %), 55 – 59 kg (24,4 %) dan 60 – 64 kg (26,7 %).

f. Karakteristik responden menurut masa kerja

Karakteristik responden lain yang perlu dikaji dalam penelitian ini adalah masa kerja responden. Adapun distribusi data responden menurut masa kerja sebagai pekerja di industri penggilingan padi ini dapat dilihat pada *piegram* di bawah ini :

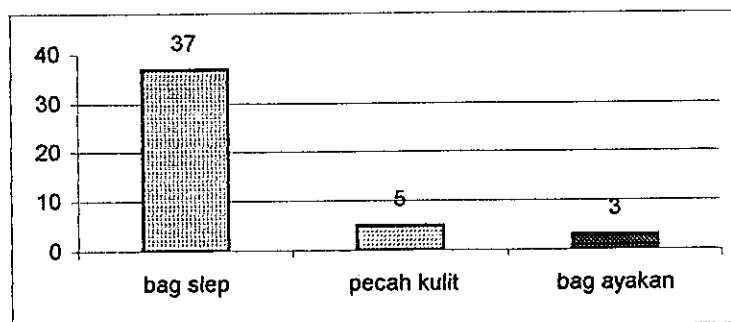


Gambar 4.2. : Distribusi data menurut faktor risiko Masa Kerja, pada Pekerja Industri Penggilingan Padi di Kabupaten Demak, 2003

Data tersebut menunjukkan bahwa jumlah pekerja < 5 tahun (26,7%) lebih sedikit dibandingkan dengan jumlah pekerja dengan masa kerja ≥ 5 tahun (73,33 %)

g. Karakteristik responden menurut jenis pekerjaan

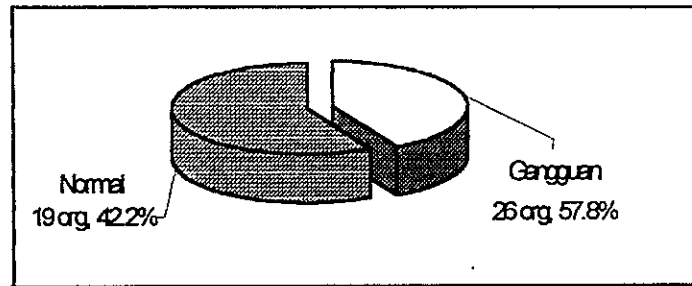
Jenis pekerjaan dapat ikut berperan dalam terjadinya gangguan fungsi paru pada pekerja industri padi, karena jenis pekerjaan menentukan dimana pekerja tersebut berada, dan tempat atau ruang kerja dapat berbeda konsentrasi debu padi di udaranya. Adapun distribusi responden menurut jenis pekerjaan terbanyak adalah pada bagian slep (82 %), sedangkan pada bagian pecah kulit (11%) dan ayakan (7 %) relatif sedikit. Selanjutnya dapat dilihat pada gambar 4.3 sebagai berikut :



Gambar 4.3. : Distribusi data menurut faktor risiko bagian pekerjaan, pada Pekerja Industri Penggilingan Padi di Kabupaten Demak, 2003.

h. Distribusi responden menurut fungsi paru

Gangguan fungsi paru dalam penelitian ini dilihat dari prediksi nilai *Forced Vital Capacity* (FVC) dan ratio antara *forced expiratory Volume* 1'(FEV1). Adapun distribusi data indikator gangguan fungsi paru tersebut adalah :



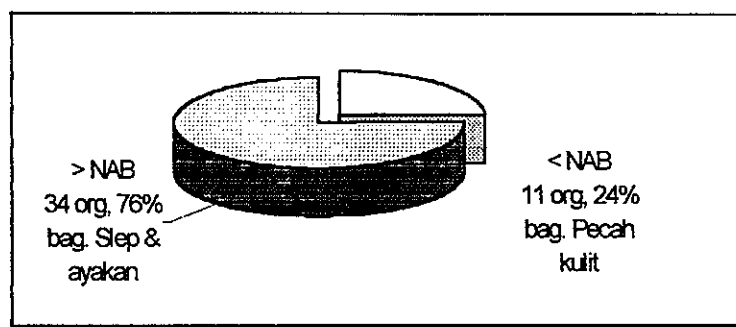
Gambar 4.4 : Distribusi data menurut faktor risiko Fungsi Paru, pada Pekerja Industri Penggilingan Padi di Kabupaten Demak, 2003

Data tersebut diatas menunjukkan bahwa pekerja yang mengalami gangguan sebesar 57.8 %, dan normal 42.2 %.

4.3.2 Analisis bivariat faktor risiko

a. Faktor risiko kadar debu di udara terhadap gangguan fungsi paru

Kadar debu sangat menentukan terjadinya gangguan fungsi paru pada pekerja di industri penggilingan padi ini. Karena debu padi disini merupakan *Agent* dari gangguan fungsi paru tersebut. Oleh karena itu perlu diketahui kadar debu di industri penggilingan padi, data selengkapnya dapat dilihat grafik 4.5 dibawah ini :



Gambar 4.5 : Distribusi data menurut faktor risiko Kadar debu di udara, pada ruang kerja di Industri Penggilingan Padi di Kabupaten Demak, 2003

Grafik 4.5 tersebut diatas menunjukkan bahwa 76 % responden bekerja pada ruangan yang melebihi nilai ambang batas yakni pada bagian Slep dan bagian Ayakan, dan hanya 24 % responden saja yang bekerja di ruangan dengan kadar debu organik sama dengan atau dibawah nilai ambang batas yakni pada bagian pecah kulit. Hal ini memberikan petunjuk bahwa 76 % pekerja potensial terkena gangguan fungsi paru karena debu organik tersebut.

Untuk mengetahui pengaruh faktor risiko kadar debu terhadap fungsi paru, dilakukan tabulasi silang dan uji statistik dengan hasil sebagai berikut :

Tabel 4.7. : Distribusi faktor risiko Kadar debu dan analisis bivariat terhadap Kejadian gangguan fungsi paru pada Pekerja Industri Penggilingan Padi di Kabupaten Demak, 2003

No	Kadar debu	Fungsi Paru				RP	CI 95 %	
		Normal		gangguan			lower	Upper
		n	%	n	%			
1	≥ NAB	10	22.2	24	53.4	3,883	1.72	59.149
2	< NAB	9	20.0	2	4.4			
	Jumlah	19	42,2	26	57,8			

Uji statistik dengan *Chi Square Test* menunjukkan ada perbedaan yang bermakna kejadian gangguan fungsi paru pada pekerja pada ruang dengan kadar debu organik >NAB dan < NAB dengan $p\text{ value} = 0,002$. Berdasarkan Rasio Prevalens, maka besarnya faktor risiko yang ditimbulkan oleh debu > NAB sebesar 3,883 kali dibandingkan dengan pekerja yang sehari – harinya bekerja di ruang dengan kadar debu organik di udara < NAB. Sedangkan besarnya hubungan Kadar debu di udara yang > NAB terhadap gangguan fungsi paru dapat dilihat dari besarnya *Coefficient Contingancy* (C) = 0,415.

Menurut Sudrajad (1985) besarnya hubungan variabel bebas dengan variabel terikat ditunjukkan dengan nilai C dimana nilai C berkisar antara 0 – 0,707 dengan tingkat keeratan / kekuatan hubungan : (1) derajat hubungan sangat lemah berkisar antara 0 – 0,140, (2) derajat hubungan lemah berkisar antara 0,141 – 0,280, (3) derajat hubungan cukup kuat berkisar antara 0,281 – 0,420, (4) derajat hubungan kuat berkisar antara 0,421 – 0,560 dan (5) derajat hubungan sangat kuat berkisar antara 0,566 – 0,707. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa faktor risiko kadar debu di udara pada ruang kerja mempunyai hubungan yang cukup kuat terhadap kejadian gangguan fungsi paru pada pekerja Industri penggilingan padi di Kabupaten Demak.

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Sembiring, at. al, penelitian yang dilakukan oleh Adi Setiawan (1996) serta hasil penelitian Ari Sosanto (2002), keseluruhan hasil penelitian tersebut

diatas menunjukkan bahwa kadar debu organik yang melebihi Nilai Ambang Batas berhubungan dan berpengaruh terhadap kejadian Gangguan fungsi paru pada pekerja. Penelitian Ari Santoso pada 58 pekerja industri padi di Kecamatan Banyuurip Kabupaten Purworejo menunjukkan kemaknaan dengan $p\text{ value} = 0.000$, sedangkan hasil penelitian Ady Setiawan pada 233 pekerja pabrik Semen Cibinong menunjukkan kemaknaan dengan $p\text{ value} = 0.002$. Penelitian Sembiring pada pekerja industri penggergajian kayu di Kabupaten Pasaman – Sumatera Barat menunjukkan kemaknaan dengan $p\text{ value} = 0.016$.

Keseluruhan hasil penelitian tersebut ditunjang oleh tinjauan teoritis yang disampaikan oleh Sumakmur (1998) bahwa debu dapat menimbulkan gangguan fungsi paru dengan mekanisme bahwa partikel debu yang dihirup berukuran $0,1 - 10\ \mu$. Debu yang berukuran $5 - 10\ \mu$ bila terhisap akan tertahan dan tertimbun pada saluran pernapasan bagian atas, sedang berukuran $3 - 5\ \mu$ tertahan dan tertimbun pada saluran napas tengah. Partikel debu dengan ukuran $1 - 3\ \mu$ disebut debu respirabel merupakan yang paling berbahaya karena tertahan dan tertimbun mulai dari bronkiolus terminalis sampai alveoli. Debu yang berukuran kurang dari $1\ \mu$ tidak mudah mengendap di alveoli, debu yang ukurannya antara $0,1 - 0,5\ \mu$ berdifusi dengan gerak *Brown* keluar masuk alveoli.

Meskipun batas debu respirabel adalah $5\ \mu$, tetapi debu dengan ukuran $5 - 10\ \mu$ dengan kadar berbeda dapat masuk ke dalam alveoli. Debu yang berukuran lebih dari $5\ \mu$ akan dikeluarkan semuanya bila jumlahnya kurang

dari 10 partikel/mm³ udara. Bila jumlahnya 1.000 partikel/mm³ udara, maka 10% dari jumlah itu akan ditimbun dalam paru (Anderson, 1995).

Debu yang non fibrogenik adalah debu yang tidak menimbulkan reaksi jaringan paru, contohnya : debu besi, kapur, timah. Debu ini dulu dianggap tidak merusak paru yang disebut debu inert. Dalam dosis besar semu debu bersifat merangsang dan dapat menimbulkan reaksi walaupun ringan. Reaksi ini berupa produksi lendir berlebihan, bila terus berlangsung dapat terjadi hiperplasi kelenjar mucus. Jaringan paru juga dapat berubah dengan terbentuknya jaringan ikat retikulin. Penyakit paru ini disebut pneumokoniosis non kolagen.

Debu fibrogenik dapat menimbulkan reaksi jaringan paru sehingga terbentuk jaringan parut (fibrosis). Penyakit ini disebut *pneumokoniosis kolagen*. Termasuk jenis ini adalah debu silikon bebas batu bara dan asbes.

Berdasarkan hasil uji statistik, beberapa hasil penelitian dan tinjauan teoritis tersebut diatas, maka untuk mengurangi faktor risiko debu di udara pada ruang kerja adalah :

- 1). Mengurangi kadar debu di udara dengan jalan memasang tabir (*shielding*) pada sumber debu, yang pada industri padi di kabupaten Demak lebih diutamakan pada bagian slep. Pada saat penelitian ini dilakukan semua bagian slep industri padi yang menjadi sampel penelitian ini mempunyai saluran slep yang terbuka. Hal ini mengakibatkan tingginya kadar debu di udara pada ruang slep. Pemasangan tabir dilakukan pada corong saluran slep sehingga saluran

slep menjadi lebih tertutup. Dengan demikian maka debu yang ditimbulkan akibat aktifitas slep padi akan berkurang kadarnya di udara pada ruang kerja setempat. Untuk lebih mengetahui seberapa besar efektifitas pemasangan tabir pada bagian ini perlu dilakukan penelitian lebih lanjut.

- 2). Selain mengurangi kadar debu di udara, upaya lain yang dapat dilakukan untuk mengurangi faktor risiko tingginya kadar debu di udara terhadap kejadian gangguan fungsi paru adalah dengan melakukan tindakan pencegahan tahap kedua, yaitu menghindari masuknya debu organik yang ada di udara ke dalam paru pekerja dengan jalan penggunaan Alat Pelindung Diri (masker) pada pekerja yang bekerja di tempat tersebut. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Sembiring (1999) pada industri penggergajian kayu di Kabupaten Pasaman Sumatera Barat, bahwa penggunaan masker dengan ukuran 5 – 3 μ dapat menurunkan kadar debu yang masuk ke paru – paru pekerja hingga 87,6 %. Dengan menggunakan masker seperti yang telah diteliti tersebut, berarti dapat mengurangi faktor risiko kadar debu di udara hingga 87,6 %.

b. Faktor Risiko umur terhadap gangguan fungsi paru

Distribusi responden menurut faktor risiko umur dikelompokkan menjadi dua kelompok yaitu < 40 tahun dan ≥ 40 tahun. distribusi selengkapnya adalah sebagai berikut :

Tabel 4.8 : Distribusi faktor risiko umur dan analisis bivariat terhadap Kejadian gangguan fungsi paru Pekerja Industri Penggilingan Padi di Kabupaten Demak, 2003

No	umur	Fungsi Paru				RP	CI 95 %	
		Normal		gangguan			lower	Upper
		n	%	n	%			
1	≥ 40 tahun	14	31.1	16	35.6	1.324	0.604	9.102
2	< 40 tahun	5	8.9	10	22.2			
	Jumlah	19	42,2	26	57,8			

Distribusi subjek penelitian berdasarkan faktor risiko umur menunjukkan bahwa gangguan fungsi paru pada kelompok umur < 40 tahun adalah 35.6 % dan kelompok umur ≥ 40 tahun adalah 22,2%. Uji statistik dengan *chi Square Test* menunjukkan tidak ada perbedaan yang bermakna faktor risiko umur terhadap kejadian gangguan fungsi paru pada subjek penelitian dengan $\chi^2 = 1.552$, *p value* = 0.213, dan Rasio Prevalens (RP) = 1,324.

Hasil penelitian ini berbeda dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Ari Susanto, tetapi sejalan dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Ady Setiawan. Menurut Bannet (1997) bahwa umur akan cenderung mempengaruhi daya tahan tubuh terhadap kejadian suatu penyakit. Kian bertambah umur seseorang akan kian menurun pula daya tahan tubuh seseorang. Dengan demikian umur tidak berpengaruh langsung terhadap gangguan kesehatan seseorang. Oleh karena itu hasil penelitian satu sama lain dapat saja berbeda.

c. Faktor Risiko masa kerja terhadap gangguan fungsi paru

Analisis faktor risiko masa kerja subjek terhadap kejadian gangguan fungsi paru, masa kerja dikategorikan menjadi masa kerja baru dan masa kerja lama dengan patokan nilai yaitu : < 5 Tahun, dan ≥ 5 tahun. Untuk mengetahui apakah ada perbedaan antara pekerja lama dan baru dilakukan tabulasi silang dan analisis statistik dengan hasil :

Tabel 4.9 : Tabulasi silang faktor risiko masa kerja dan analisis bivariat terhadap fungsi paru pada Pekerja Industri Penggilingan Padi di Kabupaten Demak, 2003

No	Masa kerja	Fungsi Paru				RP	CI 95 %	
		Normal		gangguan			lower	Upper
		n	%	n	%			
1	≥5 tahun	11	24.4	1	2.2	8,333	3.822	309.145
2	< 5 tahun	8	17.8	25	55.6			
	Jumlah	19	42,2	26	57,8			

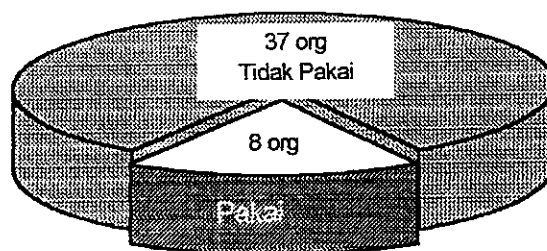
Data faktor risiko masa kerja subjek menunjukkan bahwa pekerja yang mengalami gangguan fungsi paru pada pekerja < 5 tahun adalah 2.2 % dan pada pekerja ≥ 5 tahun adalah 55.6 %. Rasio Prevalens (RP) faktor risiko masa kerja terhadap kejadian gangguan fungsi paru adalah 8,333 (CI = 3.822 – 309.145. Uji statistik dengan *Chi Square Test* juga menunjukkan adanya perbedaan yang bermakna masa kerja terhadap kejadian gangguan fungsi paru dengan $\chi^2 = 18.799$ p value = 0,000. dengan *Contingency Coeficient* (C) = 0,543. Nilai C ini menunjukkan adanya hubungan antara masa kerja dengan kejadian gangguan fungsi paru pekerja dengan kategori kuat. Sedangkan berdasarkan nilai Rasio Presvalens (RP = 8,333), berarti pekerja dengan masa kerja > 5 tahun potensial mendapat gangguan fungsi

paru sebesar 8 kali lebih besar dibandingkan dengan pekerja dengan masa kerja < 5 tahun.

Masa kerja menentukan lama paparan seseorang terhadap faktor risiko, kian lama paparan (masa kerja) kian besar kemungkinan seseorang mendapatkan faktor risiko tersebut. Sumakmur (1998) menyatakan bahwa salah satu variabel potensial yang dapat menimbulkan gangguan fungsi paru adalah lamanya seseorang terpapar polutan tersebut. Hal ini berarti semakin lama masa kerja seseorang, semakin lama pula waktu paparan terhadap polutan tersebut. Menurut Bannet (1997) bahwa konsentrasi dan lama paparan terhadap polutan berbanding lurus dengan gangguan fungsi paru. Pernyataan tersebut didukung oleh hasil penelitian yang dilakukan oleh Sembiring (1999) menyatakan bahwa masa kerja bermakna secara statistik terhadap kejadian gangguan fungsi paru dengan $p\text{ value} = 0.031$.

d. faktor risiko Alat Pelindung Diri dan analisis bivariat terhadap gangguan fungsi paru

Alat pelindung yang digunakan oleh pekerja yang diukur dalam penelitian ini adalah penggunaan masker. Adapun data penggunaan masker oleh pekerja adalah :



Gambar 4.6 : Distribusi faktor risiko penggunaan APD terhadap gangguan fungsi paru pada Industri Penggilingan padi di Kabupaten Demak, 2003.

Data penggunaan masker tersebut adalah data yang didapat oleh peneliti dengan cara wawancara dan pengamatan di lapangan pada saat penelitian ini dilakukan. Adapun masker yang digunakan pada saat observasi di lapangan seluruhnya hanya menggunakan kain penutup saluran pernafasan (hidung dan mulut) dengan menggunakan kain. Sebanyak 8 orang pekerja yang ditetapkan menggunakan masker pada penelitian ini berdasarkan hasil wawancara, bahwa lebih dari 75 % waktu kerja sepanjang masa kerja mereka menggunakan masker sesuai dengan standar. Mengingat penelitian ini adalah penelitian sesaat (*cross sectional*) maka sulit didapatkan data yang sesungguhnya tentang penggunaan masker sepanjang masa kerja mereka pada industri padi tersebut. Meskipun telah diupayakan agar responden memberikan data yang menggambarkan penggunaan masker sepanjang masa kerja mereka di industri padi tersebut.

Untuk mengetahui Rasio Prevalen penggunaan masker terhadap kejadian gangguan fungsi paru dilakukan tabulasi silang antara penggunaan masker dengan kejadian gangguan fungsi paru pada pekerja :

Tabel 4.10 : Tabulasi silang faktor risiko penggunaan APD dan analisis bivariat terhadap gangguan fungsi paru pekerja pada Industri Penggilingan Padi di Kabupaten Demak, 2003

No	Penggunaan APD	Fungsi Paru				RP	CI 95 %	
		Normal		gangguan			lower	Upper
		n	%	n	%			
1	Tidak pakai	16	43.24	21	56.76	0,908	0.264	6.117
2	Pakai	3	37.50	5	62.50			
	Jumlah	19	42,22	26	57,88			

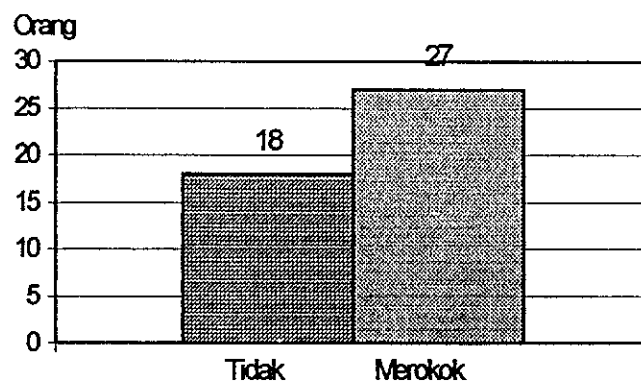
Hasil analisis data tersebut diatas menunjukkan bahwa rasio prevalens gangguan fungsi paru pada pekerja yang tidak menggunakan masker dibandingkan dengan pekerja yang menggunakan masker adalah lebih kecil (0,908), bahkan rasio prevalens gangguan fungsi paru pada pekerja yang menggunakan masker lebih besar yakni 1,101. Rasio Prevalens ini memberikan gambaran bahwa penggunaan masker tidak mengurangi faktor risiko, bahkan meningkatkan risiko. Uji statistik dengan *Chi Square Test* menunjukkan tidak bermakna dengan $\chi^2 = 0.089$, *p value* = 0,766.

Hasil penelitian ini bertentangan dengan teori dan hasil penelitian yang dilakukan oleh Sembiring, at. al (1999) bahwa penggunaan masker dengan ukuran 5 – 3 μ dapat menurunkan kadar debu yang masuk ke paru paru pekerja hingga 87,6 %. Perbedaan ini dapat disebabkan oleh berbagai hal, yakni :

- 1). Data penggunaan masker yang dikumpulkan dalam penelitian ini tidak mewakili penggunaan masker sesungguhnya yang dilakukan oleh pekerja. Kesalahan data ini dapat disebabkan karena kurang terbukanya responden tentang penggunaan masker yang sesungguhnya.
- 2). Masker yang digunakan oleh pekerja, tidak sesuai dengan standar yang ditetapkan (5 – 3 μ).
- 3). Meskipun telah dijelaskan sedemikian rupa tentang pengertian masker yang dimaksud dalam penelitian ini, kemungkinan pengertian masker antara peneliti dengan pekerja adalah berbeda.

e. Distribusi faktor risiko kebiasaan merokok dan analisis bivariat terhadap gangguan fungsi paru

Berdasarkan hasil wawancara dengan menggunakan kuisioner terstruktur, didapat distribusi data kebiasaan merokok pada pekerja dapat dilihat pada diagram di bawah ini :



Gambar 4.7 : Distribusi faktor risiko Kebiasaan Merokok pada pekerja Industri Penggilingan padi di Kabupaten Demak, 2003

Data tersebut diatas menunjukkan 60 % (27 orang) pekerja pada industri penggilingan padi di Kabupaten Demak mempunyai kebiasaan merokok, dan hanya 40 % saja pekerja yang tidak mempunyai kebiasaan merokok. Untuk mengetahui pengaruh faktor risiko kebiasaan merokok terhadap gangguan fungsi paru, dilakukan analisis statistik dengan hasil sebagai berikut :

Tabel 4.11 : Tabulasi silang antara kebiasaan merokok dengan fungsi paru pekerja pada Industri Penggilingan Padi di Kabupaten Demak, 2003.

No	Kebiasaan merokok	Fungsi Paru				RP	CI 95 %	
		Normal		gangguan			lower	Upper
		n	%	n	%			
1	Merokok	6	22.22	21	77.78	2,800	2.304	35.943
2	Tidak merokok	13	72.22	5	27.78			
	Jumlah	19	42.22	26	57.78			

Berdasarkan hasil uji statistik dengan *Chi Square Test* menunjukkan ada perbedaan yang bermakna antara pekerja yang mempunyai kebiasaan merokok dan tidak merokok dengan $\chi^2 = 11.068$, $p = 0.001$. Sedangkan hubungan kebiasaan merokok dengan kejadian gangguan fungsi paru berada pada kategori kuat ($C = 0,444$). Berdasarkan Rasio Prevalens pekerja dengan kebiasaan merokok terhadap kejadian gangguan fungsi paru adalah 2,8 kali lebih besar, dibandingkan pekerja yang tidak merokok. Hasil penelitian ini berbeda dengan penelitian yang dilakukan oleh Arif Susanto (1996) pada pekerja penggilingan padi di Kecamatan Banyuurip Kabupaten Purworejo. Menurut Arif ketidak bermaknaan kebiasaan merokok terhadap kejadian gangguan fungsi paru karena frekuensi merokok pada pekerja belum tergolong perokok berat (lebih dari 12 batang per hari). Namun penelitian ini sejalan dengan Penelitian Setyawan A (2002) menunjukkan kebiasaan merokok dapat memperberat kejadian gangguan fungsi paru hingga 2 kali lebih besar dibandingkan dengan pekerja yang tidak merokok. Menurut Epler, GR (2000) kebiasaan merokok merupakan faktor penyerta potensial terjadinya gangguan fungsi paru. Kebiasaan merokok bukan hanya akan mengurangi tingkat pertukaran oksigen dalam darah, tetapi juga akan menjadi faktor potensial dari beberapa penyakit paru, termasuk karsinoma paru. Oleh karena itu kebiasaan merokok dapat memperberat kejadian gangguan fungsi paru. Pendapat Epler tersebut didukung oleh Anderson P.S, Mc. Carty W.L. (1995) bahwa merokok merupakan suatu hal yang

mengganggu mekanisme pertahanan saluran pernafasan, sehingga akan memudahkan seseorang mendapatkan gangguan fungsi paru, terutama pada makrofag alveolar.

f. Faktor risiko riwayat penyakit dan analisis bivariat terhadap gangguan fungsi paru

Adapun data riwayat penyakit pada pekerja adalah sebagai berikut :

Tabel 4.12 : Distribusi data Responden menurut Riwayat mengidap penyakit pada Industri Penggilingan padi di Kabupaten Demak, 2003

No	Riwayat mengidap penyakit paru	n	%
1	Ada	19	42.2
2	Tidak ada	26	57.8
	Jumlah	45	100.0

Data pekerja menurut riwayat penyakit tersebut diatas menunjukkan sebagian besar (57.8 %) pekerja tidak mengidap penyakit paru. Untuk mengetahui pengaruh faktor risiko riwayat penyakit terhadap gangguan fungsi paru dilakukan analisis bivariat antara riwayat penyakit dengan kejadian gangguan fungsi paru adalah :

Tabel 4.13 : Tabulasi silang antara riwayat mengidap penyakit dengan fungsi paru pekerja pada Industri Penggilingan Padi di Kabupaten Demak, 2003

No	Riwayat menderita penyakit	Fungsi Paru				RP	CI 95 %	
		Normal		gangguan			lower	Upper
		n	%	n	%			
1	ya	1	5,3	18	94,7	3,075	1.235	13,114
2	Tidak	18	69,2	8	30,8			
	Jumlah	19	42,22	26	57,78			

Hasil analisis bivariat faktor risiko mengidap penyakit dengan Gangguan Fungsi paru tersebut di atas, menunjukkan pekerja yang mempunyai riwayat penyakit (94.7 %) lebih besar dibandingkan dengan pekerja yang tidak mempunyai riwayat penyakit (30,8 %). Hal ini menunjukkan bahwa pekerja yang mempunyai riwayat penyakit mempunyai Rasio Prevalens mengidap gangguan fungsi paru sebesar 3,075 kali. Uji statistik dengan *Chi Square Test* menunjukkan kemaknaan dengan $\chi^2 = 18.413$, $p \text{ Value} = 0.000$. Adapun tingkat hubungan antara pekerja yang mempunyai riwayat penyakit paru dengan kejadian gangguan fungsi paru menunjukkan hubungan yang kuat ($C = 0,539$).

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Susanto, at al dan penelitian Setiawan, at. al. yang mendapatkan bahwa pekerja yang pernah mengidap penyakit paru berhubungan secara bermakna terhadap gangguan fungsi paru, serta ditunjang pula oleh pendapat Bannet (1997) bahwa pekerja yang mempunyai riwayat penyakit paru akan lebih mudah mendapatkan gangguan fungsi paru dibandingkan dengan pekerja yang tidak mempunyai riwayat penyakit paru. Sedangkan menurut Anderson, at. al. bahwa seseorang yang pernah mengidap penyakit paru cenderung akan mengurangi ventilasi perfusi sehingga alveolus akan terlalu sedikit mengalami pertukaran udara, akibatnya akan menurunkan kadar oksigen dalam darah. Banyak ahli berkeyakinan bahwa penyakit Emfisema kronika, Pneumonia, Asma Bronkiale, Tuberkulosis dan Sianosis akan

memperberat kejadian gangguan fungsi paru pada pekerja yang terpapar debu organik dan anorganik.

4.4 Analisis multivariat untuk mengetahui faktor risiko yang paling berpengaruh terhadap gangguan fungsi paru

Analisis bivariat menunjukkan bahwa tidak semua faktor risiko berpengaruh secara bermakna terhadap kejadian gangguan fungsi paru, beberapa faktor risiko yang berpengaruh secara bermakna terhadap kejadian gangguan fungsi paru adalah sebagai berikut :

Tabel 4.14 : Distribusi data faktor risiko yang berpengaruh secara bermakna terhadap kejadian gangguan fungsi paru pada pekerja Industri penggilingan padi di Kabupaten Demak, 2003

No	Faktor Risiko	Koefisien <i>Chi Square</i>	<i>p value</i>	Rasio Prevalens
1	Kadar Debu	9.357	0.002	3,883
2	Masa Kerja	16.399	0.000	8,333
3	Kebiasaan Merokok	11.068	0.001	2,800
4	Riwayat penyakit paru	18.413	0.000	3,075

Tabel tersebut tersebut diatas menunjukkan dari 6 faktor risiko yang diteliti, hasil analisis secara bivariat menunjuk hanya 4 faktor risiko saja yang bermakna terhadap kejadian gangguan fungsi paru. Sedangkan besarnya tingkat kemaknaan secara berurut adalah Riwayat penyakit paru (18.413), masa kerja (16.399), kebiasaan merokok (11.068) dan kadar debu di udara ruang kerja (9.357).

Untuk mengetahui besarnya pengaruh masing – masing faktor risiko terhadap kejadian gangguan fungsi paru perlu dilakukan analisis multivariat terhadap faktor risiko tersebut. Adapun analisis multivariat dengan menggunakan regresi logistik menunjukkan hasil sebagai berikut :

Tabel 4. 15 : Hasil Analisis multivariat faktor risiko yang berpengaruh terhadap kejadian gangguan fungsi paru pada pekerja Industri Penggilingan padi di Kabupaten Demak, 2003.

NO	FAKTOR RISIKO	B	df	<i>p value</i>	<i>Odd Ratio</i>	95.0% C.I.	
						<i>Lower</i>	<i>Upper</i>
1	Kadar Debu	3,018	1	0.039	2.451	1.168	35.946
2	Masa Kerja	4.130	1	0.024	6.154	1.171	224.818
3	Kebiasaan Merokok	2.038	1	0.156	0.674	0.460	128.105
4	Riwayat Penyakit Paru	3.535	1	0.021	4.310	1.703	69.121
	<i>Constant</i>	-7,455	1	0.005	0.001		

Berdasarkan hasil analisis multivariat tersebut diatas, faktor risiko yang paling berpengaruh terhadap kejadian gangguan fungsi paru pada pekerja industri padi di Kabupaten Demak berturut – turut adalah masa kerja ($B = 4.130$, $p \text{ value} = 0.024$), riwayat pernah mengidap penyakit paru ($B = 3.535$, $p \text{ value} = 0.021$), kadar Debu organik di udara pada ruang kerja ($B = 3.018$, $p \text{ value} = 0.039$). Sedangkan kebiasaan merokok tidak berpengaruh terhadap kejadian gangguan fungsi paru ($p \text{ value} = 0.156$), serta dengan *significance constants* ($p = 0.005$), hanya kebiasaan merokok yang lebih besar dari *cut value* 0,05. Besarnya gangguan fungsi paru yang terjadi pada pekerja akibat faktor risiko tersebut dalam persamaan regresi logistik adalah sebagai berikut :

$$p = \frac{1}{1 + e^{-\{a + b_1X_1 + b_2X_2 + \dots + b_kX_k\}}}$$

$$p = \frac{1}{1 + e^{-\{-7.455\} + 3.018(\text{kadar debu}) + 4.130 (\text{masa kerja}) + 3.535 (\text{riwayat})}}$$

$$P = 0.0359$$

Keterangan :

P : Probabilitas terjadinya gangguan fungsi paru pada pekerja penggi-lingan padi di Kabupaten Demak, 2003

Kadar debu : Faktor risiko kadar debu di udara ruang kerja

Masa kerja : Faktor risiko masa kerja pekerja

Rokok : Faktor risiko kebiasaan merokok

Riwayat : Faktor risiko riwayat penyakit paru

Persamaan regresi logistik tersebut diatas menunjukkan bahwa bila pekerja yang bekerja di ruang dengan kadar debu di udara melebihi NAB, masa kerja lama (lebih dari 5 tahun), dan mempunyai riwayat penyakit paru akan memiliki probabilitas untuk tidak mendapat gangguan fungsi paru sebesar 3,59 %. Dengan kata lain bila pekerja yang bekerja di ruang dengan kadar debu di udara melebihi NAB, masa kerja lama (lebih dari 5 tahun), dan mempunyai riwayat penyakit paru akan memiliki probabilitas untuk mendapat gangguan fungsi paru sebesar $100 \% - 3,59 \% = 96.41 \%$

Sedangkan berdasarkan nilai Rasio Prevalens (RP) dapat disimpulkan bahwa :

- 1) *Odd Ratio* (OR) kadar debu = 3,018, artinya pekerja yang berada pada ruang dengan kadar debu > NAB mempunyai resiko mendapat gangguan fungsi paru 3 kali lebih besar daripada pekerja yang berada di ruang dengan kadar debu di udara < NAB. dengan setelah memper-hitungkan faktor risiko lainnya.
- 2) *Odd Ratio* (OR) masa kerja = 4.130, artinya pekerja yang mempunyai masa kerja yang lama (lebih dari 5 tahun) mempunyai resiko mendapat gangguan fungsi paru 6 kali lebih besar daripada pekerja dengan masa kerja baru, setelah memperhitungkan faktor risiko lainnya.
- 3) *Odd Ratio* (OR) riwayat penyakit = 3.535, artinya pekerja yang mempunyai riwayat penyakit paru mempunyai resiko mendapat gangguan fungsi paru 4 kali lebih besar daripada pekerja tidak mempunyai riwayat penyakit paru, setelah memperhitungkan faktor risiko lainnya.

Hasil analisis multivariat ini menunjukkan bahwa faktor risiko masa kerja lebih berpengaruh dibandingkan faktor risiko lain, hal ini didukung oleh hasil penelitian yang dilakukan oleh Sembiring, at. al., Setiawan A, at. al. yang menyatakan bahwa masa kerja lebih dominan dari variabel penelitian lain. Keadaan ini disebabkan karena lama paparan terhadap faktor risiko adalah faktor utama yang menyebabkan terjadinya gangguan penyakit termasuk penyakit paru, meskipun faktor risiko tersebut relatif berada dibawah ambang batas. Namun bila pekerja terpapar faktor risiko dalam kurun waktu yang cukup lama tetap akan mempengaruhi

kesehatan paru pekerja tersebut, sebab meskipun paru – paru mempunyai sistem *self cleaning* namun dampak akumulasi debu lama kelamaan tetap akan berpengaruh terhadap kesehatan paru. Apalagi bila faktor risiko tersebut berada diatas nilai ambang batas (Bannet, 1997).

Adapun upaya untuk mengurangi faktor risiko tersebut adalah dengan mengurangi masuknya faktor risiko tersebut kedalam tubuh pekerja dengan melakukan *shielding* pada sumber debu, menggunakan Alat Pelindung diri (masker) dan mengadakan rotasi kerja secara berkala. Selain itu hal penting lain yang perlu dilakukan adalah dengan melakukan pemeriksaan kesehatan secara berkala pada pekerja tersebut (sumakmur, 1998).

Berdasarkan hasil wawancara tak terstruktur yang dilakukan peneliti kepada beberapa pekerja industri penggilingan padi yang menjadi subjek penelitian ini, pemilik penggilingan padi sangat jarang melakukan pemeriksaan berkala terhadap kesehatan bagi pekerjanya. Kenyataan ini juga diperburuk dengan kurangnya pengawasan dari Balai Hiperkes terhadap kesehatan kerja termasuk kesehatan tenaga kerja, kesehatan tempat kerja dan pengawasan faktor risiko yang ditimbulkan oleh industri tersebut termasuk kadar debu di udara pada ruang kerja.

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat ditindaklanjuti oleh lembaga terkait (Balai Hiperkes dan Dinas Kesehatan setempat) untuk melakukan pembinaan dan pengawasan yang terus menerus terhadap industri penggilingan padi yang ada di wilayah kabupaten Demak ini.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah diuraikan pada bab sebelumnya, maka pada bagian ini akan dikemukakan kesimpulan penelitian dan saran – saran yang dapat dilakukan oleh pengelola industri penggilingan padi di Kabupaten Demak, yaitu :

5.1. Kesimpulan

1. Dari 3 perusahaan penggilingan padi dengan 45 pekerjanya sebagai subjek dalam penelitian ini, terdapat 34 orang responden (75.55%) yang bekerja pada ruang kerja dengan kadar debu di atas Nilai Ambang Batas, dan hanya 11 orang responden (24,45 %) saja yang bekerja pada ruang dengan kadar debu di bawah NAB.
2. Dari 45 responden tersebut 17 responden (37,78 %) mengalami gangguan restriksi, 9 orang (20 %) mengalami gangguan Obstruksi, dan 3 orang (6,67 %) mengalami gangguan restriksi dan orbstruksi, sisanya 19 responden (42,22 %) tidak mengalami gangguan fungsi paru.
3. Analisis bivariat menunjukkan gangguan fungsi paru tersebut terbukti secara bermakna dipengaruhi oleh kadar debu organik di udara yang melebihi NAB dengan $p\text{ value} = .002$, serta di perberat oleh faktor potensial yaitu : masa kerja ($p\text{ value} = .000$), serta kebiasaan merokok ($p\text{ value} = 0.001$) dan riwayat pernah mengidap penyakit paru ($p\text{ value} = 0,000$). Sedangkan variabel kontrol

lainnya seperti jenis kelamin, tingkat pendidikan dan penggunaan Alat Pelindung Diri, tidak berpengaruh terhadap kejadian gangguan fungsi paru.

4. Analisis multivariat menunjukkan bahwa gangguan fungsi paru dipengaruhi oleh kadar debu organik di udara ($RP = 3,018$, $p \text{ value} = 0.039$), serta diperberat oleh riwayat pernah mengidap penyakit paru ($RP = 3.535$, $p \text{ value} = 0.021$), masa kerja ($RP = 4.130$, $p \text{ value} = 0.024$).
5. Tidak berpengaruhnya penggunaan APD terhadap kejadian gangguan fungsi paru dapat disebabkan karena penggunaan APD tidak dilakukan secara rutin sepanjang masa kerja responden di industri penggilingan padi tersebut, atau penggunaan APD yang dalam hal ini Masker yang tidak memenuhi syarat. Semestinya bahwa penggunaan APD dapat menurunkan angka kejadian gangguan fungsi paru.
6. Rasio prevalensi dari beberapa faktor yang berpengaruh terhadap kejadian fungsi paru adalah : kadar debu organik di udara yang melebihi NAB dengan *Ratio Prevalence* = 3,883 kali, serta diperberat oleh faktor potensial yaitu : masa kerja (*Ratio Prevalence* = 8,333 kali), dan Kebiasaan merokok (*Ratio Prevalence* = 3,075 kali, serta riwayat pernah mengidap penyakit paru (*Ratio Prevalence* = 2,800 kali).

5.2. Saran - saran

Upaya untuk mengurangi gangguan fungsi paru pada pekerja industri penggilingan padi di kabupaten Demak ini, kiranya dapat dengan adanya pengawasan dan pengendalian secara berkala dan dilakukan secara terintegrasi dari pihak pengelola industri penggilingan padi, Balai Hiperkes dan Dinas Kesehatan setempat, yaitu :

1. memantau dan mengendalikan kadar debu di udara ruang kerja bagi para pekerja,
2. melakukan upaya untuk mengurangi kadar debu diudara dengan cara *shielding* pada sumber debu yang ada.
3. melakukan uji fungsi paru pada seluruh pekerjanya, agar dapat diketahui adanya gangguan fungsi paru pada pekerja sedini mungkin,
4. mewajibkan dan mengawasi penggunaan masker secara ketat dan kontinyu pada pekerjanya, agar dapat mengurangi angka kejadian gangguan fungsi paru.
5. memberikan penyuluhan atau bentuk kegiatan lain yang bertujuan untuk lebih meningkatkan kesadaran pada para pekerja tentang faktor – faktor yang dapat menimbulkan gangguan fungsi paru dan faktor pendukung lainnya seperti kebiasaan merokok, penggunaan APD dan lain – lain.
6. Pada pekerja yang sudah mengalami gangguan fungsi paru, kiranya dapat melakukan upaya agar gangguan fungsi paru tidak menjadi bertambah berat, dengan jalan pengobatan rutin dan *replacement* ke ruang yang kadar debu organiknya di bawah Nilai Ambang Batas.

BAB VI

RINGKASAN

A. Pendahuluan

Perkembangan industri yang pesat dapat meningkatkan taraf hidup masyarakat, tetapi juga dapat menimbulkan dampak negatif. Salah satu dampak negatif adalah dampak debu organik terhadap kesehatan paru para pekerja industri, diantaranya adalah pekerja industri penggilingan padi di Kabupaten Demak.

Penggilingan padi di Kabupaten Demak terdiri atas tiga kategori yaitu : Penggilingan padi skala besar (65 unit), skala sedang (40 unit), skala kecil (228 unit). Hasil pemeriksaan spirometri yang dilakukan oleh Hiperkes tahun 2003 pada pekerja penggilingan padi di Klaten, dari 29 orang pekerja yang diperiksa ternyata 19 orang (65.5 %) normal, 6 orang (20,69 %) gangguan penyempitan ringan (restrictive) dan 4 orang (13,79 %) obstructive.

Berdasarkan permasalahan di atas, maka perlu dilakukan penelitian apakah kadar debu organik di udara merupakan faktor risiko terhadap gangguan fungsi paru pada pekerja industri penggilingan padi. Oleh karena itu tujuan penelitian ini adalah mengetahui faktor risiko kadar debu organik di lingkungan kerja terhadap gangguan fungsi paru pada pekerja industri penggilingan padi di Kabupaten Demak. Sedangkan tujuan khusus penelitian ini adalah : menganalisis faktor risiko kadar debu organik di udara, umur

pekerja, masa kerja, jenis pekerjaan, penggunaan Alat Pelindung Diri, Kebiasaan Merokok terhadap gangguan fungsi paru.

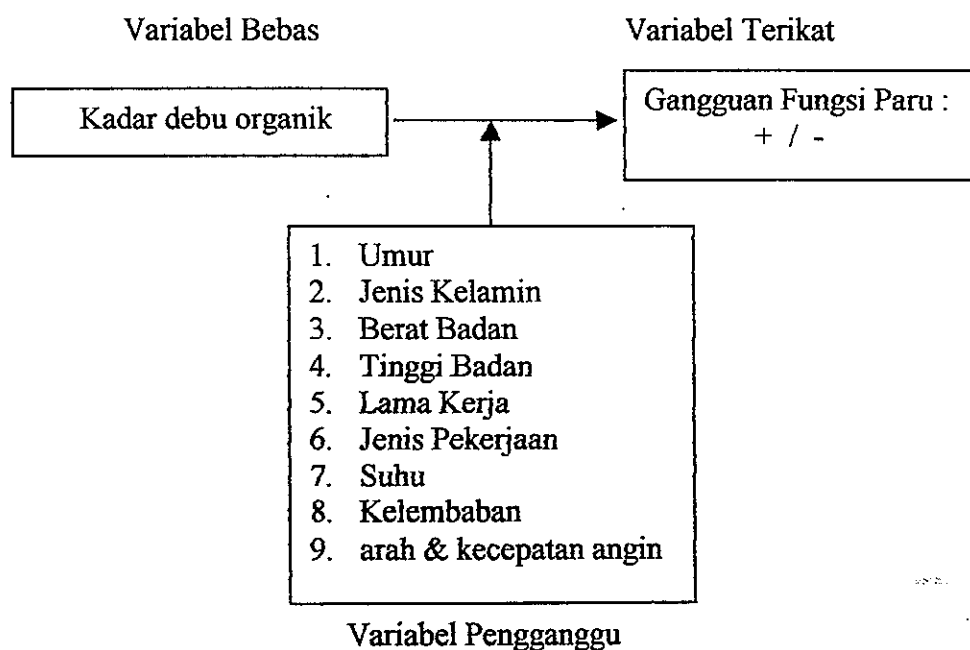
B. Tinjauan Pustaka

Menurut Maters (1991) yang dimaksud dengan pencemaran udara adalah bertambahnya bahan atau substrat fisik atau kimia ke dalam lingkungan udara normal yang mencapai sejumlah tertentu, sehingga dapat dideteksi oleh manusia (atau yang dapat dihitung dan diukur) serta dapat memberikan efek pada manusia, binatang, vegetasi dan material. Untuk pencemaran debu organik Nilai Ambang Batas (NAB) yang diperkenankan adalah 4 mgr/m^3 udara. Pencemaran udara dapat terjadi karena adanya sumber pencemar, termasuk industri penggilingan padi yang dipengaruhi pula oleh faktor kelembaban, suhu udara, serta arah dan kecepatan angin.

Untuk mengetahui fungsi paru para pekerja dapat dilakukan deteksi fungsi paru dengan mengukur *Force Vital Capacity* (FVC) untuk mendeteksi gangguan restriksi, *Force Expiratory Capacity 1st minute* (FEV1) dan perbandingan antara FVC/FEV1 untuk gangguan obstruksi.

Adapun dampak debu organik di udara terhadap kesehatan tenaga kerja adalah Bronchitis industri, Asma kerja, Kanker paru dan lain lain. Upaya untuk mengurangi dampak debu terhadap kesehatan tenaga kerja adalah mengurangi hal tersebut adalah dengan melakukan *shielding*, penggunaan Alat Pelindung Diri (APD), mengurangi faktor risiko potensial lainnya seperti merokok, dan riwayat penyakit paru.

Berdasarkan permasalahan dan uraian teoritis tersebut diatas, kerangka konsep adalah :



Gambar 6.1 : Hubungan antar variabel penelitian

Sedangkan Hipotesis penelitian ini adalah : Ada pengaruh faktor risiko kadar debu organik di udara, umur pekerja, masa kerja, jenis pekerjaan, penggunaan Alat Pelindung Diri (APD), Kebiasaan Merokok dan Riwayat pernah mengidap penyakit paru terhadap gangguan fungsi paru

C. Metode Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian analitik yang bersifat eksplanatori, dengan mengambil data dari responden secara survei dan menggunakan pendekatan secara *cross sectional*. Populasi dari penelitian ini adalah Pekerja Industri Penggilingan Padi di Kabupaten Demak, penarikan sampel dilakukan dengan cara *simple Random Sampling*.

Pengukuran fungsi paru dilakukan dengan menggunakan Spirometer, pengukuran kadar debu dengan menggunakan *Dust sampler*, sedangkan data karakteristik responden, penggunaan APD, riwayat penyakit paru dan kebiasaan merokok dilakukan dengan wawancara dengan menggunakan kuisioner terstruktur.

Analisis data penelitian dilakukan secara univariat, bivariat dan multivariat. Analisis data bivariat dilakukan untuk mengetahui pengaruh faktor risiko terhadap gangguan fungsi paru dengan *Chi Square Test* dan untuk mengetahui besarnya faktor risiko dilakukan dengan menghitung Rasio Prevalens masing – masing faktor risiko. Sedangkan analisis multivariat dengan menggunakan Regresi Logistik untuk mengetahui besarnya pengaruh faktor risiko secara bersama – sama terhadap gangguan fungsi paru.

D. Hasil penelitian

Penelitian ini dilakukan pada 3 perusahaan industri penggilingan padi dengan sampel sebanyak 45 orang pekerja dari : UD Sari Bumi (7 orang), UD Mutiara Prima (29 orang) dan UD Sumber Baru II (9 orang), terdiri dari 15 orang (33,33 %) laki – laki dan 30 orang (66,67 %) perempuan. Tingkat pendidikan responden relatif masih rendah, tamat SD / sederajat (46,7 %), selanjutnya adalah tamat SLTP (24,4 %), tamat SLTA (17,8 %) dan tidak tamat SD/sederajat (11,1 %), tinggi badan antara 150 – 169 cm, berturut turut 155 – 159 (24,4 %), 160 – 164 (24,4 %), dan 165 – 169 (22,2 %), berat badan terdiri dari : 50 – 54 kg (20 %), 55 – 59 kg (24,4 %) dan 60 – 64 kg (26,7 %).

masa kerja < 5 tahun (26,7 %) masa kerja ≥ 5 tahun (73,33 %). bagian slep (82 %), sedangkan pada bagian pecah kulit (11%) dan ayakan (7 %). Sedangkan distribusi data menurut fungsi paru 19 orang (42,2 %) normal dan 26 orang (57,8 %) gangguan.

Analisis bivariat menunjukkan bahwa faktor risiko umur menunjukkan tidak ada perbedaan yang bermakna ($p\text{ value}=0.213$) antara umur tua dan muda terhadap kejadian gangguan fungsi paru. Hasil penelitian ini berbeda dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Ari Susanto, tetapi sejalan dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Ady Setiawan. Menurut Bannet (1997) bahwa umur akan cenderung mempengaruhi daya tahan tubuh terhadap kejadian suatu penyakit. Kian bertambah umur seseorang akan kian menurun pula daya tahan tubuh seseorang. Dengan demikian umur tidak berpengaruh langsung terhadap gangguan kesehatan seseorang. Oleh karena itu hasil penelitian satu sama lain dapat saja berbeda.

Distribusi pekerja menurut faktor risiko kadar debu terdiri dari 11 orang (24,4%) berada pada ruang dengan kadar debu $< \text{NAB}$, dan 34 orang (75.6%) berada pada ruang dengan kadar debu diatas NAB. hasil uji statistik menunjukkan ada perbedaan yang bermakna ($p\text{ value} = 0.002$, $\text{RP} = 3,883$) antara pekerja yang berada pada ruang $< \text{NAB}$ dan $> \text{NAB}$. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Sembiring, at. al, Adi Setiawan (1996) serta Ari Sosanto (2002), keseluruhan hasil penelitian

tersebut diatas menunjukkan bahwa kadar debu organik yang melebihi Nilai Ambang Batas berhubungan dan berpengaruh terhadap kejadian Gangguan fungsi paru pada pekerja.

Distribusi Faktor risiko masa kerja terdiri dari subjek menunjukkan bahwa pekerja yang mengalami gangguan fungsi paru pada pekerja < 5 tahun adalah 2.2 % dan pada pekerja ≥ 5 tahun adalah 55.6 %. Rasio Prevalens (RP) adalah 8,333 (CI = 3.822 – 309.145. Uji statistik juga menunjukkan adanya perbedaan yang bermakna masa kerja terhadap kejadian gangguan fungsi paru dengan $\chi^2 = 16.399$ p value = 0,000. Masa kerja menentukan lama paparan seseorang terhadap faktor risiko, kian lama paparan (masa kerja) kian besar kemungkinan seseorang mendapatkan faktor risiko tersebut. Sumakmur (1998) menyatakan bahwa salah satu variabel potensial yang dapat menimbulkan gangguan fungsi paru adalah lamanya seseorang terpapar polutan tersebut. Hal ini berarti semakin lama masa kerja seseorang, semakin lama pula waktu paparan terhadap polutan tersebut. Menurut Bannet bahwa konsentrasi dan lama paparan terhadap polutan berbanding lurus dengan gangguan fungsi paru.

Faktor risiko APD terdiri dari 9 orang menggunakan dan 36 orang tidak menggunakan, uji statistik menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan yang bermakna penggunaan APD terhadap fungsi paru (p value = 0.766). Hasil penelitian ini bertentangan dengan teori dan hasil penelitian yang dilakukan oleh Sembiring, at. al (1999) bahwa penggunaan masker dengan ukuran $5 - 3 \mu$

dapat menurunkan kadar debu yang masuk ke paru paru pekerja hingga 87,6 %. Hal ini dapat disebabkan oleh penggunaan masker yang tidak rutin, masker yang kurang memenuhi syarat.

Faktor risiko kebiasaan merokok terdiri dari 60 % (27 orang) pekerja mempunyai kebiasaan merokok, dan hanya 40 % saja pekerja yang tidak mempunyai kebiasaan merokok. Berdasarkan hasil uji statistik, ada perbedaan yang bermakna antara pekerja yang mempunyai kebiasaan merokok dan tidak merokok ($p \text{ value} = 0.001$). Rasio prevalens pekerja dengan kebiasaan merokok terhadap kejadian gangguan fungsi paru adalah 2,8 kali lebih besar. Menurut Epler, GR (2000) kebiasaan merokok merupakan faktor penyerta potensial terjadinya gangguan fungsi paru. Kebiasaan merokok bukan hanya akan mengurangi tingkat pertukaran oksigen dalam darah, tetapi juga akan menjadi faktor potensial dari beberapa penyakit paru, termasuk karsinoma paru.

Data pekerja menurut riwayat penyakit paru terdiri dari : 42,2 % mempunyai riwayat penyakit paru, dan sebagian besar (57.8 %) pekerja tidak mengidap penyakit paru. Hasil analisis bivariat faktor risiko mengidap penyakit paru dengan Gangguan Fungsi paru menunjukkan pekerja yang mempunyai riwayat penyakit (94.7 %) lebih besar dibandingkan dengan pekerja yang tidak mempunyai riwayat penyakit (30,8 %), dengan Rasio Prevalens sebesar 3,075 kali. Uji statistik menunjukkan kemaknaan dengan $p \text{ value} = 0,000$.

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Susanto, et al dan penelitian Setiawan, et. al. yang mendapatkan bahwa pekerja

yang pernah mengidap penyakit paru berhubungan secara bermakna terhadap gangguan fungsi paru, serta ditunjang pula oleh pendapat Bannet (1997) bahwa pekerja yang mempunyai riwayat penyakit paru akan lebih mudah mendapatkan gangguan fungsi paru dibandingkan dengan pekerja yang tidak mempunyai riwayat penyakit paru

Untuk mengetahui besarnya pengaruh masing – masing faktor risiko terhadap kejadian gangguan fungsi paru secara bersdama – sama, dilakukan analisis multivariat dengan menggunakan regresi logistik terhadap faktor risiko dengan hasil sebagai berikut :

Tabel 6 : Hasil Analisis multivariat faktor risiko yang berpengaruh terhadap kejadian gangguan fungsi paru pada pekerja Industri Penggilingan padi di Kabupaten Demak, 2003.

NO	FAKTOR RISIKO	B	df	<i>p value</i>	Odd Ratio (OR)	95.0% C.I.	
						Lower	Upper
1	Kadar Debu	3,018	1	0.039	2.451	1.168	35.946
2	Masa Kerja	4.130	1	0.024	6.154	1.171	224.818
3	Kebiasaan Merokok	2.038	1	0.156	0.674	0.460	128.105
4	Riwayat Penyakit Paru	3.535	1	0.021	4.310	1.703	69.121
	Constant	-7,455	1	0.005	0.001		

Berdasarkan hasil analisis multivariat tersebut diatas, faktor risiko yang paling berpengaruh terhadap kejadian gangguan fungsi paru pada pekerja industri padi di Kabupaten Demak berturut – turut adalah masa kerja ($B = 4.130$, $p \text{ value} = 0.024$), riwayat pernah mengidap penyakit paru ($B = 3.535$, $p \text{ value} = 0.021$), kadar Debu organik di udara pada ruang kerja ($B = 3.018$, $p \text{ value} = 0.039$). Sedangkan kebiasaan merokok tidak berpengaruh

terhadap kejadian gangguan fungsi paru (p value = 0,156). Besarnya gangguan fungsi paru yang terjadi pada pekerja akibat faktor risiko tersebut dalam persamaan regresi logistik adalah sebagai berikut :

$$p = \frac{1}{1 + e^{-\{a + b_1X_1 + b_2X_2 + \dots + b_kX_k\}}}$$

$$p = \frac{1}{1 + e^{-\{-7.455\} + 3.018(\text{kadar debu}) + 4.130 (\text{masa kerja}) + 3.535 (\text{riwayat})\}} =$$

$$P = 0.0359$$

Berdasarkan hasil analisis Regresi Logistik tersebut diketahuibahwa pekerja yang bekerja di ruang dengan kadar debu di udara melebihi NAB, masa kerja lama (lebih dari 5 tahun), dan mempunyai riwayat penyakit paru akan memiliki probabilitas untuk mendapat gangguan fungsi paru sebesar $100\% - 3,59\% = 96.41\%$

E. Kesimpulan dan saran

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa dari beberapa faktor risiko yang diteliti Analisis bivariat menunjukkan gangguan fungsi paru tersebut terbukti secara bermakna dipengaruhi oleh kadar debu organik di udara yang melebihi NAB dengan p value = .002, serta di perberat oleh faktor potensial yaitu : masa kerja (p value = .000), serta kebiasaan merokok (p value = 0.001) dan riwayat pernah mengidap penyakit paru (p value = 0,000). Sedangkan variabel kontrol lainnya seperti jenis kelamin,

tingkat pendidikan dan penggunaan Alat Pelindung Diri, tidak berpengaruh terhadap kejadian gangguan fungsi paru.

Rasio prevalensi dari beberapa faktor yang berpengaruh terhadap kejadian fungsi paru adalah : kadar debu organik di udara yang melebihi NAB dengan *Ratio Prevalence* = . 2,451 kali, serta di perberat oleh faktor potensial yaitu : masa kerja (*Ratio Prevalence* = . 6.154 kali), dan riwayat pernah mengidap penyakit paru (*Ratio Prevalence* =4.310 kali).

Upaya untuk mengurangi gangguan fungsi paru pada pekerja industri penggilingan padi di kabupaten Demak ini, kiranya dilakukan pengawasan dan pengendalian secara berkala secara terintegrasi dari pihak pengelola industri penggilingan padi, Balai Hiperkes dan Dinas Kesehatan setempat yaitu : 1)memantau dan mengendalikan kadar debu di udara ruang kerja bagi para pekerja, 2) melakukan *shielding* pada sumber debu yang ada, 3)melakukan uji fungsi paru pada seluruh pekerjanya, 5)memberikan penyuluhan atau bentuk kegiatan lain yang bertujuan untuk lebih meningkatkan kesadaran pada para pekerja tentang faktor risiko 6) pengobatan rutin dan *replacement* ke ruang yang kadar debu organiknya di bawah Nilai Ambang Batas.

DAFTAR PUSTAKA

- Arya Wardhana, Wisnu, 2001. *Dampak Pencemaran Lingkungan*. Ed. 2, Cet. 1. Andi, Yogyakarta.
- Assegaf. H, 1993. *Nilai Normal Faal Paru Orang Indonesia Pada Usia Sekolah dan Pekerja Dewasa Berdasarkan Rekomendasi American Thoracic Society (ATS) 1987*, Cet. 1, Airlangga University Press, Surabaya.
- Aditama, T., 1992, *Penyakit Paru Akibat Kerja*, Vol. 2, Majalah Medika.
- Austin G., T, 1996. *Industri Proses Kimia*, Airlangga, Surabaya.
- Badan Pusat Statistik, 2001, *Demak Dalam Angka*, Demak.
- Balai Pengembangan Keselamatan Kerja dan Hiperkes, 2002, *Laporan Pemeriksaan Kesehatan dan Keselamatan Kerja di Rice Mill Klaten*, Semarang.
- Bannet, W. L, 1997, *Buku Ajar Penyakit Paru* (edisi Bahasa Indonesia), Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia, Jakarta.
- Departemen Tenaga Kerja RI, 1997, *Surat Edaran Menteri Tenaga Kerja Nomor: SE - 01/Men/1997*, tentang Nilai Ambang Batas Faktor Kimia di Udara Lingkungan Kerja, Jakarta.
- Epler. G. R, 2000, *Environtmental and Occupational Lung Disease*, In Clinical Overview Of Occupational Lung Disease, Return To Epler, Com.
- Koentjaraningrat, 1997, *Metode-Metode Penelitian Masyarakat*, Edisi 3. P.T. Gramedia, Jakarta.
- Lameshow S, Hosmer D, Klar J, 1997, *Besar Sampai Untuk Penelitian Kesehatan*, Edisi Bahasa Indonesia, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Mukono, 2000, *Prinsip Dasar Kesehatan Lingkungan*, Airlangga University Press.
- Mukono, 1997, *Pencemaran Udara Dan Pengaruhnya Terhadap Gangguan Saluran Pernafasan*, Edisi 1airlangga University Press.
- Malaka, T, 1997, *Evaluasi Bahan Pencemar Di Udara Lingkungan*, Jurnal Repirologi Indonesia, Vol. 16.
- Murti B., 1997, *Prinsip Dan Metode Riset Epidemiologi*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Notoatmodjo S, 2002, *Metodologi Penelitian Kesehatan*, Rineka Cipta, Jakarta.

- Program Pasca Sarjana UNDIP, *Petunjuk Penulisan Thesis*, Semarang.
- Parkes, W., R. 1982, *Occupational Lung Disorder*, London Butterworth.
- Prince, Sylvia Anderson, 1995, *Fisiologi Proses-Proses Penyakit*, Edisi A, Caroline Wijaya, Jakarta.
- Suyono, Joko, 1995, *Deteksi Dini Penyakit Akibat Kerja*, Cet 2, EGC, Jakarta.
- Sudigdo S., 2002, *Dasar-Dasar Metodologi Penelitian Klinis*, Sagung Seto, Jakarta.
- Santoso, S., 2000, *Mengolah Data Statistik Secara Profesional*, P.T. Gramedia, Jakarta.
- Soedomo, M., 1999, *Kumpulan Karya Ilmiah Mengenai Pencemaran Udara*, Penerbit ITB, Bandung.
- Sumakmur, P, K, 1998, *Hygiene Perusahaan dan Kesehatan Kerja*, Rineka Cipta, Jakarta.
- Slamet, J, S., 2000, *Kesehatan Lingkungan*, Cetakan IV, Gadjah University Press, Yogyakarta.
- Santoso, D.I, 2001, *Penyakit Paru Suatu Investasi Penyakit*, *Jurnal Respirologi Indonesia*, Vol. 21.
- Sastroasmoro S, Ismael S, 1995, *Dasar-Dasar Metodologi Penelitian Klinis*, Bina Aksara, Jakarta.
- Setiawan, Adi, 2002, *Hubungan kadar total suspended particulate dengan fungsi paru di lingkungan industri semen Cibinong*, Penelitian Tesis, Program Pascasarjana Universitas Diponegoro.
- Susanto, Arif, 1996, *Hubungan lama terpapar debu padi dengan penurunan fungsi paru pada pekerja penggilingan padi di Kecamatan Banyuurip Kabupaten Purworejo*, Penelitian Skripsi, Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Diponegoro.
- Yunus, F, 1997, *Dampak Debu Industri Pada Paru dan Pengendaliannya*, *Jurnal Respirologi Indonesia*, Vol. 17.